

URBAANI ON EKO

Päivittäisen liikkumisen vaikutus kuluttajan kasvihuonekaasupäästöihin

Ympäristönsuojelutieteen pro gradu -opinnäytetyö
Bio- ja ympäristötieteiden laitos
Helsingin yliopisto
Lokakuu 2007

Maura Ryömä
Harjutori 10 A 30
00500 HELSINKI
P. (09) 72 62 527
etunimi.sukunimi@kotikone.fi

"Kaiken palamisen lopputuote on ennen kaikkea hiilidioksidi (ja vesi). Noin puolen vuosisadan kuluttua ihminen on polttanut loppuun suurimman osan siitä öljystä ja suuren osan siitä hiilestä, joka on vuosimiljoonien aikana varastoitunut maan kuoren alle. Kun ihminen on vienyt sen prosessin loppuun, tulee ilman hiilidioksidipitoisuus kaksinkertaistumaan. Tuskin on luultavaa, että lisäyksellä tulee olemaan välitöntä vaikutusta ihmisen terveyteen, mutta se tulee aiheuttamaan häiriön maapallon lämpötasapainossa. (--) Ammattikielellä tätä nimitetään 'kasvihuone-efektiksi' ".

(Palmstierna 1971, s. 109, käännös Eino Kauppala)

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Helsingin yliopiston biotieteellinen tiedekunta		Laitos Institution – Department bio- ja ympäristötieteiden laitos	
Tekijä Författare – Author Maura Ryömä			
Työn nimi Arbetets titel – Title Urbaani on ekoa. Päivittäisen liikkumisen vaikutus kuluttajan kasvihuonekaasupäästöihin.			
Oppiaine Läroämne – Subject ympäristönsuojelutiede			
Työn laji Arbetets art – Level pro gradu -opinnäytetyö	Aika Datum – Month and year lokakuu 2007	Sivumäärä Sidoantal – Number of pages 56	
Tiivistelmä Referat – Abstract			
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia asuinpaikan ja päivittäisen liikkumisen vaikutusta yksilön kokonaiskasvihuonekaasupäästöihin. Aiheenvalinnan taustalla on kehitystrendi, jossa yhä useampi työssä käyvä henkilö muuttaa yhä kauemmas työpaikastaan.</p> <p>Tutkimuskysymykset olivat:</p> <ol style="list-style-type: none"> <i>Kuinka suuri osa suomalaisen keskivertokuluttajan kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu henkilöliikenteestä?</i> <i>Kuinka paljon Helsingistä Nurmijärvelle muuttavan henkilön kasvihuonekaasupäästöt lisääntyvät päivittäisiin matkoihin käytetyn kulkuneuvon muuttuessa metrosta henkilöautoon, jos työpaikka säilyy Helsingissä?</i> <p>Henkilöliikenne on arvioidulla 33 prosentin osuudellaan suomalaisen kulutuksen suurin yksittäinen kasvihuonekaasupäästölähde. Suurin osa henkilöliikenteen päästöistä aiheutuu henkilöautoilusta.</p> <p>Muutto Helsingissä sijaitsevasta kerrostaloasunnosta Nurmijärvellä sijaitsevaan sähkölämmitettävään omakotitaloon johtaa 75 prosentin lisäykseen yksittäisen kuluttajan kokonaiskasvihuonekaasupäästöissä, jos päivittäisten matkojen kulkutapa vaihtuu samalla metrosta henkilöautoon. Suurin osa päästölisäyksestä johtuu henkilöautolla tapahtuvasta työmatkapendelöinnistä.</p> <p>Suurin osa Helsingin joukkoliikenteestä tapahtuu nykyisin raideliikenteellä (metro, raitiovaunu, lähijuna). Metro on kasvihuonekaasupäästöjen suhteen ylivoimaisesti vähäpäästöisin moottoriliikenneväline. Yksin autoilu on puolestaan eniten päästöjä tuottava vaihtoehto päivittäisten matkojen kulkemiseen. Yksin autoilu moottoritiellä synnyttää noin 8 kertaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kilometriä kohden verrattuna matkustamiseen Helsingin metrolla. Kaupunkiajo synnyttää noin 10 kertaa enemmän päästöjä kuin metron käyttö.</p> <p>Dieselläkäyttöön autoon siirtyminen ei juuri vähennä autoilun kasvihuonekaasupäästöjä. Dieselautolla ajaminen tuottaa moottoritiellä 7 % vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä, mutta kaupunkiajossa päästöjä syntyy 4 % enemmän kuin bensinikäyttöisellä autolla.</p> <p>Ekotehokas ja tiheävuoroinen joukkoliikennejärjestelmä edellyttää suurta asukastiheyttä. Uudet 2000-luvun tiiviin ja matalan rakentamisen alueet vaativat lähes kymmenen kertaa enemmän maata kuin kantakaupunkimaisen tiivis kerrostalorakentaminen. Jopa väljinä pidettyjen 1960-luvun kerrostalolähiöiden maankäyttö on noin puolet tehokkaampaa kuin uusilla tiivis-matala-alueilla.</p> <p>Työmatkan keskipituus kasvoi Suomessa noin 80 % vuosina 1980–2003. Henkilöautojen määrä kasvoi samana ajanjaksona 86 % ja henkilöautojen kokonaisajosuorite 92 %. Pääkaupunkiseudun ulkopuolisten Uudenmaan kuntien asukkailla on tällä hetkellä Suomen pisimmät työmatkat.</p> <p>Opinnäytetyön aineistona käytettiin asutuksen hajautumista, liikennettä, energiantuotantoa ja suomalaisen kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjä koskevia aiempia tutkimuksia. Lisäksi käytettiin asumista ja liikennettä koskevia tilasto- ja kulutusseurantatietoja sekä näihin perustuvia esimerkkilaskelmia.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords asuminen, asutuksen hajautuminen, autoilu, ilmastonmuutos, kaukolämpö, kasvihuonekaasupäästöt, kulutus, liikenne, lomailu, matkailu, raideliikenne, seutuistuminen, sähkölämmitys, sähkönkulutus, yhdyskuntarakenteen hajautuminen, ympäristö, ympäristönsuojelu, ympäristövaikutus.			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Viikin tiedekirjasto sekä bio- ja ympäristötieteiden laitos (ympäristötieteet)			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty Biovetenskapliga fakulteten		Laitos – Institution – Department Institutionen för bio- och miljövetenskaper	
Tekijä – Författare – Author Maura Ryömä			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Urbant är ekologiskt. De vardagliga transporternas inverkan på konsumentens växthusgasutsläpp.			
Oppiaine – Läroämne – Subject miljövårdsvetenskap			
Työn laji – Arbetets art – Level pro gradu -lärdomsprov		Aika – Datum – Month and year oktober 2007	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 56
Tiivistelmä – Referat – Abstract			
<p>Avsikten med lärdomsprovet är att undersöka boningsortens och de dagliga trafikvalens inverkan på individens totala utsläpp av växthusgaser. Bakgrunden till ämnesvalet är trenden att allt fler arbetstagare flyttar allt längre bort från sina arbetsplatser.</p> <p>Forskningsfrågorna var:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hur stor del av den finländska konsumentens växthusgasutsläpp i medeltal orsakas av persontrafik? 2. Hur mycket ökar växthusgasutsläppen för en person som flyttar från Helsingfors till Nurmijärvi, om arbetsplatsen förblir i Helsingfors? <p>I Finland är persontrafiken den största enskilda källan till konsumtionens växthusgasutsläpp med en uppskattad andel på 33 procent. Största delen av persontrafikens utsläpp orsakas av privatbilsism.</p> <p>Att flytta från en höghuslägenhet i Helsingfors till ett eluppvärmt egnahemshus i Nurmijärvi ökar konsumentens sammanlagda utsläpp av växthusgaser med 75 procent, om metron som färdmedel för de dagliga resorna samtidigt ersätts med personbil. Största delen av utsläppsökningen orsakas av pendeltrafik mellan arbetsplatsen och hemmet med personbil.</p> <p>Majoriteten av kollektivtrafiken i Helsingfors är spårbunden (metro, spårvagn, närtåg). Metron är det motorfordon vars växthusgasutsläpp är överlägset lägst. Att färdas ensam i personbil är å sin sida det mest förorenande transportalternativet för de dagliga resorna. Att köra bil utan passagerare på motorväg orsakar ca åtta gånger större växthusgasutsläpp per kilometer jämfört med att åka med metron i Helsingfors. Stadskörning ger upphov till ca 10 gånger mera utsläpp än att använda metron.</p> <p>Att övergå till dieseldriven bil minskar inte nämnvärt biltransportens utsläpp av växthusgaser. På motorväg producerar dieslbilar ca 7 % lägre växthusgasutsläpp, men i stadskörning är utsläppen 4 % högre än för en bensindriven bil.</p> <p>En effektivt fungerande kollektivtrafik förutsätter tätt byggande. På nya tätt och lågt bebyggda områden upptar en bostad nästan tio gånger mer markyta än en bostad i Helsingfors innerstad. Till och med de 1960-tals höghusföretor som anses vara glest bebyggda uppvisar en ca 50 % effektivare markanvändning än nya tätt och lågt bebyggda områden.</p> <p>Den genomsnittliga arbetsresan blev ca 80 % längre mellan åren 1980 och 2003. Under samma tidsperiod ökade antalet personbilar med 86 % och den totala reseprestationen med personbilar steg med 92 %. Invånarna i de nyländska kommunerna utanför huvudstadsregionen har för tillfället Finlands längsta arbetsresor.</p> <p>Som material för lärdomsprovet användes tidigare forskning om splittringen av samhällsstrukturen, trafik, boende, energiproduktion och den finländska konsumtionens växthusgasutsläpp. Dessutom användes statistiska uppgifter och konsumtionsuppföljningsdata samt exempeluträkningar baserade på dessa.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords boende, fragmentering av bebyggelsen, bilsism, klimatförändring, fjärrvärme, växthusgasutsläpp, konsumtion, trafik, semesterfirande, turism, spårbunden trafik, regionalisering, elvärme, elförbrukning, splittring av samhällsstrukturen, miljö, miljöpåverkan, miljövård.			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Vetenskapsbiblioteket i Vik samt institutionen för bio- och miljövetenskaper (miljövetenskaper)			
Muuta tietoa – Övriga uppgifter – Additional information			

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Faculty of Biosciences		Laitos Institution – Department Department of Biological and Environmental Sciences	
Tekijä Författare – Author Maura Ryömä			
Työn nimi Arbetets titel – Title Urban is green. The impact of commuting on the amount of consumer's greenhouse gas emissions.			
Oppiaine Läroämne – Subject environmental protection science			
Työn laji Arbetets art – Level Master's thesis		Aika Datum – Month and year October 2007	Sivumäärä Sidoantal – Number of pages 56
Tiivistelmä Referat – Abstract			
<p>The aim of the study was to explore the impact of commuting and location of the residence on a consumer's total emission of greenhouse gases. The subject was chosen because many Finns move to a dwelling that is situated far away from their place of work.</p> <p>The research questions were:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>How big a proportion of the total emission of consumers' greenhouse gases is due to the passenger traffic?</i> 2. <i>What would be the increase of greenhouse gas emission if an employee moved from Helsinki (Finland's capital city) to Nurmijärvi (a municipality located 37 km from Helsinki) assuming that the employee works in Helsinki and the commuting mode is switched from the metro to a private car. (There is no metro nor train connection between Helsinki and Nurmijärvi.)</i> <p>Passenger traffic forms with its estimated 33% the biggest source of consumption caused greenhouse gas emissions in Finland. Private car use is the main source of greenhouse gas emissions deriving from passenger traffic.</p> <p>If an employee moved to an electrically heated single-family house located about 40 km from the place of work the emission rate would increase by 75% assuming that the commuting mode is switched from the metro to a private car. Most of the increase would be due to the change of commuting mode.</p> <p>Most public transport in Helsinki takes place by rail (metro, tram, and train). Metro is the most favorable transportation mode in regard to greenhouse gas emission. Automobiles are the most damaging commuting alternative. A car with driver and no passengers on a motorway emits about 8 times more greenhouse gas (21.84 kg per 100 km or 62.5 miles) than travel by metro in Helsinki (2.87 kg per 100 km or 62.5 miles). A car moving in city streets emits about 10 times more greenhouse gas (27.3 kg per 100 km or 62.5 miles) than does metro travel.</p> <p>Substituting diesel for gasoline reduces emissions by very little. The use of diesel on a motorway decreases emissions by only 7% whereas diesel driving in a city increases emissions by 4%.</p> <p>Travel distances between home and work in Finland increased by about 80% between 1980 and 2003. In the same period the number of private cars increased by 86% and kilometers driven per year per car increased by 92%.</p> <p>The results are based on statistics and calculations based on these statistics concerning traffic, housing, heating, and electrical use. Also previous studies dealing with residential sprawl, traffic, energy production, and greenhouse gas emissions produced by Finnish consumers were referred to.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords climate change, consumption, dispersion of urban structure, district heating, disurbanisation, electric heating, electrical use, environment, environmental impact, environmental protection, greenhouse gas emissions, housing, leisure trips, motoring, rail traffic, rail transport, regionalisation, residential sprawl, traffic, transportation, travelling,			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Viikki Science Library and Department of Biological and Environmental Sciences (Environmental Sciences)			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

Saatteeksi

Alkuperäinen tarkoitukseni oli tutkia tiiviisti rakennetun kaupunkiympäristön viihtyisyyttä. Asutuksen hajautumisesta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen tarkastelun piti muodostaa vain opinnäytetyöni lyhyt johdanto-osa.

Sitten löysin Ilmon Mäenpään vuonna 2004 julkaiseman erikoistyön Kulutuksen ympäristökuormitus, joka on käsittääkseni ensimmäinen kattava selvitys suomalaisten kuluttajien aikaansaamasta ympäristökuormituksesta. Työ sisälsi mielestäni niin paljon uutta ja mullistavaakin tietoa siitä, mistä kulutuksen kasvihuonepäästöjen kokonaiskuorma muodostuu, että tuntui tärkeältä esitellä sitä gradussa suhteellisen laajasti. Lopulta huomasin, että olin tullut käyttäneeksi asutuksen hajautumista, liikenteen kasvua ja kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjä käsitteleviin lukuihin huomattavasti enemmän työtunteja kuin tiiviisti rakennettua ympäristöä koskevan empiirisen aineiston hankkimiseen ja analysointiin. Myös tuloksia näytti syntyneen vähintään kahden opinnäytetyön edestä. Tämän vuoksi minun oli helppo tarttua professori Ilmo Massan neuvoon rajata graduni kokonaan uudelleen. Tutkimuskohteeksi tuli siten asutuksen hajautumisen, liikenteen lisääntymisen ja kuluttajan kasvihuonekaasupäästöjen keskinäinen suhde.

Kiitokset

Kiitän professori Ilmo Massaa graduni kommentoinnista ja hyvistä neuvoista. Kiitokset myös niille lukuisille eri alojen asiantuntijoille, jotka ovat vastailleet opinnäytetyöhöni liittyviin tiedusteluihin ja antaneet loistavia lähdevinkkejä, erityisesti Helsingin Energian, Helsingin kaupungin tietokeskuksen, Tilastokeskuksen, Neste Oil Oyj:n sekä Kirkkonummen kunnan kaavoitustoimiston edustajille, joita olen ehtinyt vaivaamaan lukuisia kertoja pyynnöilläni saada opinnäytetyöni kannalta tarpeellisia taustatietoja. Kiitän myös dosentti Ilmo Mäenpäättä, laboratorioinsinööri Juhani Heljoa, diplomi-insinööri Hannele Lainetta, valtiotieteiden lisensiaatti Heidi Melasniemi-Uutelaa sekä energia-asiantuntija Virve Rouhiasta, joiden uraa uurtavia tutkimuksia olen käyttänyt opinnäytetyöni lähteinä. Erityiskiitokset toimittaja Linus Långille tiivistelmän asiantuntevasta ruotsinnoksesta sekä Jan Sandille arvokkaasta avusta englanninkielisen tiivistelmän laatimisessa. Lopuksi haluan vielä kiittää lämpimästi miestäni Juhani Styrmania ja äitiäni Seija Ryömää, joilta olen saanut ratkaisevan tärkeää tukea sekä tämän opinnäytetyön laatimiseen että koko opiskeluuni liittyen.

Helsingin Kalliossa 16.10.2007
Maura Ryömä

SISÄLLYSLUETTELO

I JOHDANTO	8
1.1. Urbaanin ja kaupungin käsitteestä	8
1.2. Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja rakenne	8
1.3. Maantieteelliset rajaukset	9
1.4. Tutkimuksellinen ote ja kulttuuriset taustaoletukset	9
1.5. Ympäristönsuojelullinen lähtökohta: globaali kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen	10
1.6. Teoria pienistä puroista	11
II ASUTUKSEN HAJAUTUMINEN JA LIIKENNE	13
2.1. Kaupungissa on helpompi elää vähäpäästöisesti	13
2.2. Asutuksen hajautuminen	14
2.3. Pientaloasuminen hajauttaa yhdyskuntarakennetta	16
2.4. Asutuksen hajautuminen lisää autoilua	18
III SUOMALAISEN KULUTUKSEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT	21
3.1. Kulutuksen kasvihuonekaasupäästöt aiemman tutkimuksen valossa	21
3.2. Suurin osa kulutuksesta on polttoainetta	23
3.3. Tarkennettu arvio kulutuksen kokonaispäästöistä	23
3.4. Energiankulutuksen kasvihuonekaasupäästökertoimista	25
IV ASUMISEN JA PÄIVITTÄISEN LIIKKUMISEN VAIKUTUS KULUTTAJAN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖIHIN	26
4.1. Esimerkilaskelmista tiedon tuottamisen, havainnollistamisen ja vaikutussuhteiden mallintamisen välineenä	26
4.2. Malli kulutuksen päästöjen muodostumisesta	27
4.3. Vertailulaskelmassa käytetyt oletukset	28
4.4. Asumisen kasvihuonekaasupäästöt	30
A. Helsinkiläisessä kerrostalohuoneistossa	30
B. Nurmijärveläisessä omakotitalossa	32
4.5. Päivittäisen liikkumisen kasvihuonekaasupäästöt	35
4.6. Lomamatkojen kasvihuonekaasupäästöt	36
4.7. Vertailulaskelman tulos	39
4.8. Vertailulaskelmaan liittyviä epävarmuustekijöitä	40
V TULOSTEN TARKASTELU	42
5.1. Yhteenveto päätuloksista	42
5.2. Liikenteen suuri osuus kasvihuonekaasupäästöistä oli yllätys	43
5.3. Tulosten merkitys Suomen ilmastopolitiikan kannalta	44
5.4. Vertailulaskelman tulos ei tue pienten purojen teoriaa	44
5.5. Vertailulaskelman tulos globaalin päästövähennystavoitteen valossa	44
LIITE: Kesämökkeilyn kasvihuonekaasupäästölaskelma	46
KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO	47
LÄHDELUETTELO	48

I JOHDANTO

1.1. Urbanin ja kaupungin käsitteestä

Urbaani tarkoittaa Suomen kielen perussanakirjan mukaan 'kaupungistunutta' tai '(suur)kaupunkilaista'. Kaupungilla taas tarkoitetaan 'tiheään rakennettua, tavallisesti suurta asutuskeskusta'.

Urbanin käsitettä voidaan lähestyä rakentamisen ja asumisen lisäksi myös liikenteen näkökulmasta. Himanen ja Järvi-Nykänen ovat määritelleet urbanin asuinympäristön seuraavasti: "Henkilöllä on urbaani asuinympäristö silloin, kun hän asuu kerrostalossa, lähin joukkoliikennepysäkki on alle 400 metrin etäisyydellä kotoa ja vuorotiheys on yli 20 vuoroa päivässä" (Himanen ja Järvi-Nykänen 1993, s. 21).

Termillä 'urbaani' voidaan viitata myös elämäntapaan. Elämäntapaan viitattaessa urbanilla on tarkoitettu usein energia- ja materiaali-intensiivistä eli kulutuskeskeistä, länsimaiseksikin kutsuttua elämäntapaa. Uusimmat tutkimukset viittaavat kuitenkin siihen, että kaupungissa asuvien aineellinen kulutus olisikin muualla asuvien kulutusta vähäisempää (esim. Kytö ja Aaltola 2006, s. 62). Nimenomaan disurbanisaatio eli kaupungeissa työskentelevien muutto maaseutumaisten kuntien pientaloihin johtaa usein suurempaan aineelliseen kulutukseen, koska se lisää autoilua.

Kaupunkisuunnittelun piirissä on puhuttu usein tiivistä eurooppalaisesta kompaktikaupungista vastaakohtana amerikkalaiselle 'autokaupungille'. Termillä autokaupunki tarkoitetaan pohjimmiltaan ehkä kuitenkin enemmän autoiluun perustuvaa elämäntapaa kuin jotain tiettyä kaupunkimaantieteellistä kokonaisuutta. Etenkin Yhdysvaltojen keskiluokkaisten miesten elämää näyttäisi määrittävän pendelöinti kaupungissa sijaitsevan työpaikan ja kaukaisen esikaupungin omakotitaloalueella sijaitsevan kodin välillä.

1.2. Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja rakenne

Asutuksen hajautumisen aikaansaama liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen kasvu on tämän opinäytetyön taustalla vaikuttava ympäristönsuojelullinen ongelma ja uhakuva. Suomessa muutetaan yhä suuremmassa määrin kaupunkikerrostalosta pientaloon¹, joka sijaitsee maaseutumaisen kunnan pienessä taajamassa tai haja-asutusalueella. Muuton yhteydessä työpaikka jää yleensä kaupunkiin eli työmatka pitenee. Lisäksi työmatkoilla siirrytään henkilöauton käyttöön, koska julkinen liikenne ei toimi kuten kaupungissa. Asutuksen hajautuminen johtaa siten liikenteen päästöjen kasvuun.

Tutkimuskysymykset kuuluvat seuraavasti:

1. *Kuinka suuri osa suomalaisen keskivertokuluttajan kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu henkilöliikenteestä?*
2. *Kuinka paljon Helsingistä Nurmijärvelle muuttavan henkilön kasvihuonekaasupäästöt lisääntyvät päivittäisiin matkoihin käytetyn kulkuneuvon muuttuessa metrosta henkilöautoon, jos työpaikka säilyy Helsingissä?*

Työ jakautuu viiteen lukuun. Johdannossa esitellään työn rajaukset ja niiden taustalta löytyvät kulttuuriset perusoletukset. Lisäksi esitellään työn ympäristönsuojelullinen lähtökohta eli IPCC:n suosittamat

¹ rivi- tai omakotitalo

globaalit kasvihuonekaasupäästövähennykset ja esitellään suomalaisessa kulutusdiskurssissa käytetty pienten purojen teoria.

Luku II kuvaa kirjallisuuskatsauksen avulla asutuksen hajautumiskehitystä ja siihen liittyvää autoilun lisääntymistä sekä pitkien työmatkojen suurta osuutta työmatkojen kokonaiskilometrisuoritteesta. Tavoitteena on luoda jonkinlainen väestötason yleiskuva näistä ilmiöistä. Lisäksi luvussa II esitellään henkilöautoilun ja joukkoliikenteen perusedellytyksiä sekä havainnollistetaan esimerkkien avulla, kuinka paljon eri asumismuodot vaativat rakennusmaata. Luvun tarkoituksena on taustoittaa lukujen III ja IV laskelmia.

Luku III vastaa ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Luvun päälähteenä on Ilmo Mäenpään vuonna 2004 julkaisema tutkimus suomalaisen kulutuksen ympäristökuormituksesta. Mäenpään kulutuksen kasvihuonekaasupäästöistä saamiin tuloksiin lisätään lopuksi arvio lentäen tehtyjen valmismatkojen typenoksidi- ja vesihöyrypäästöjen aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä (Sausen ym. 2005).

Luku IV vastaa toiseen tutkimuskysymykseen. Siinä osoitetaan aiempaan tutkimukseen, tilastoihin ja kulutusseurantatietoihin perustuvan vertailulaskelman avulla, että päivittäisten matkojen kulkutavalla ja asuinpaikan sijainnilla on huomattava vaikutus työssäkäyvään väestöön kuuluvan kuluttajan kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärään.

Luvussa V esitetään lyhyt yhteenveto päätuloksista ja pohditaan tulosten merkitystä Suomen ilmasto- ja ympäristöpolitiikan ja globaalin päästövähennystavoitteen kannalta. Tulosta tarkastellaan myös suhteessa johdannossa esitettyyn pienten purojen teoriaan.

1.3. Maantieteelliset rajaukset

Helsinki ja Helsingin seutukunta ovat tämän opinnäytetyön maantieteellisessä keskiössä. Opinnäytetyön maantieteellistä rajausta ei ole tarkoitettu aluepoliittiseksi kannanotoksi Helsingin seudun kasvun puolesta, vaan Helsingin seutu valittiin lähinnä sen vuoksi, että Helsingissä on toimiva ja ekotehokas joukkoliikennejärjestelmä (esim. Hannonen 2007, s. 14).

1.4. Tutkimuksellinen ote ja kulttuuriset taustaoletukset

Ympäristönsuojelun tarkoituksena on ympäristöongelmien ennaltaehkäisy, lievittäminen tai poistaminen. Ympäristönsuojelutiedettä luonnehtii poikkitieteellinen tarkastelutapa, sillä ympäristöongelmien ratkaisukeinoja etsittäessä tarvitaan sekä luonnontieteitä ja teknisiä tieteitä että myös humanistisia ja yhteiskuntatieteitä. (Maatalous- metsätieteellisen tiedekunnan opinto-opas 2003- 2004, s. 114.)

Tämän opinnäytetyön aineistona käytetään aiempien tutkimusten lisäksi tilasto- ja kulutusseurantatietoja sekä näihin perustuvia esimerkkilaskelmia. Tutkimusotetta voisi luonnehtia matemaattis- tilastolliseksi. Työn pääpaino on numeerisessa aineistossa ja sen analysoinnissa sekä esimerkkilaskelmien esittelyssä. Ensisijaisena tavoitteena on löytää yhdyskuntarakenteeseen² ja liikennejärjestelmiin liittyviä konkreettisia keinoja ilmastonmuutoksen hidastamiseksi.

² Yhdyskuntarakenteella tarkoitetaan rakennusten, verkostojen ja rakennettujen viheralueiden muodostamaa toiminnallista kokonaisuutta, kuten esimerkiksi työssäkäyntialuetta (Kansallinen ilmasto-ohjelma 2001, s. 137).

Työn kulttuurisena perusoletuksena on se, että hyvin suuri enemmistö suomalaisista ei halua palata perinteiseen suomalaiseen omavaraistalouteen³ lähinnä kyseisen elämänmuodon työläyden ja suuren ajantarpeen vuoksi (ks. Melasniemi-Uutela 1993, s. 27; Pekkanen ym. 1997, ss. 115- 116, 144- 146, 204; Kytö & Aaltola 2006, s. 46 ja liite 2; Tuorila 2006, s. 8). Tämän oletuksen vuoksi omavaraista, luontoa hyvin vähän kuormittavaa elämänmuotoa ei käsitellä lainkaan.

Vertailulaskelman Nurmijärvellä sijaitseva omakotitalo lämpiää sähkölämmityksellä. Sähkölämmitys on edullisten perustamiskustannustensa ja vaivattomuutensa vuoksi edelleen omakotitaloasumisen selvästi yleisin lämmitysmuoto. Asunnon lämmittäminen pelleteillä parantaa haja-asutusalueella asumisen ekologisuutta. Perinteinen puulämmitys lienee hiilidioksidipäästöjen suhteen paras lämmitysmuoto, etenkin jos polttopuu hankitaan lähistöltä. Puulla lämmittäminen vaatii kuitenkin asukkailta yleensä huomattavaa ajallista työpanosta, mikä onnistuu parhaiten työelämän ulkopuolella olevilta kuten lapsiaan kotona hoitavilta, työttömiltä ja eläkeläisiltä (Pekkanen ym. 1997, ss. 133, 138- 142). Tässä opinnäytetyössä keskitytään palkkatyössä käyvän väestöosan elintapoihin ja kulutukseen. Kytön ja Aaltolan mukaan (2006, s. 25 + liite 2) suurin osa maalle muuttajista käy kokopäivätyössä. Sama pätee pääkaupunkiseudun kehuskuntiin muuttaviin (Mäntylä 1998, s. 109; Laakso ym. 2005, ss. 16).

Myös etätö maaseudulla tarjoaisi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen kannalta varteenotettavan vaihtoehdon lähiasumiselle kaupungissa. Etätö ei ole kuitenkaan yleistynyt odotetulla tavalla. Vuonna 2001 vain 0,3 % Suomen työvoimasta työskenteli yksinomaan kotoaan käsin. Vähintään yhden päivän viikossa etätötä tekeviä oli 0,7 %. Muualla Euroopassa etätö oli vielä harvinaisempaa. (Helminen ym. 2003, ss. 35, 39, 9.) Kytön ja Aaltolan tutkimuksessa (2006, s. 51) vain 1,4 % maaseutumaiden kuntien taajamiin ja haja-asutusalueille muuttaneista työlliseen väestöön kuuluvista teki etätötä. Useissa tutkimuksissa on lisäksi todettu, että työntekijät haluavat tehdä etätötä yleensä vain yhtenä tai kahtena päivänä viikossa (Heinonen ym. 2004, s. 191). Tämä ei riitä kompensoimaan maalla asumisesta johtuvaa työmatkan pidentymistä. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen etätöyön avulla on tämän vuoksi rajattu tämän opinnäytetyön ulkopuolelle.

Maanviljelijäväestön kulutus tuottanee vain vähän kasvihuonekaasupäästöjä: työmatka on lyhyt ja tilojen pääarakennukset lämpiävät usein bioperäisellä polttoaineella. Lisäksi Pekkasen ja muiden (1997, s. 155) mukaan maanviljelijät autoilevat vain vähän. Maanviljelijöiden ammattikunta on rajattu kuitenkin tämän työn ulkopuolelle sen vuoksi, että maanviljelijöitä ja eläintenkasvattajia oli yhteensä vain 3,5 prosenttia Suomen työllisistä vuonna 2004 (Tilastokeskus⁴). Myöskään metsätalous ei enää juuri työllistä maaseudun asukkaita (Pekkanen ym. 1997, s. 22).

1.5. Ympäristönsuojelullinen lähtökohta: globaali kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen

Opinnäytetyön ympäristönsuojelullisena peruslähtökohtana on YK:n ilmastopöytäkirjaan kirjattu pyrkimys hidastaa globaalia ilmastomuutosta. Vuonna 1994 voimaan astuneen YK:n ilmastopöytäkirjan pitkän aikavälin tavoitteena on vähentää ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuudet sellaiselle tasolle, ettei ihmisen toiminta aiheuttaisi vaarallista muutosta ilmastojärjestelmässä. Hallitustenvälisen ilmastopaneelin IPCC:n suosituksen mukaan hiilidioksidipäästöjä olisi vähennettävä aluksi 50- 70 % vuoden 1990 tasosta ja myöhemmin vielä tätäkin enemmän. Tavoitteen saavuttaminen merkitsisi, että maa-

³ termiä 'omavaraistalous' käytetään tässä merkityksessä "suurin osa ruoasta sekä lämmityspolttoaineet tuotetaan itse luomuna kompostikäymälän sisältävässä suljetussa ravinnekierrossa"

⁴ www.tilastokeskus.fi > Tilastot > Tilastot aiheittain > Väestö > Työssäkäynti > Taulukot > Työllinen työvoima ammatin ja sukupuolen mukaan 31.12.2004

pallon asukkaiden keskimääräinen hiilidioksidipäästö tippuisi noin 1600 kiloon hiilidioksidia vuodessa. Typpioksiduulipäästöjä pitäisi vähentää lisäksi 50 % ja metaanipäästöjä 8 %. (IPCC Second Assessment 1995, ss. 9- 11; alkuaineiden jaksollinen järjestelmä.)

IPCC:n uusimman arvion mukaan vuosittaisia hiilidioksidipäästöjä pitää leikata 50- 85 % vuoden 2000 tasosta vuoteen 2050 mennessä, jos tavoitteena on maailman keskilämpötilan nousun pysäyttäminen 2- 2,4 asteeseen. Arviolta 77 % ihmisen aiheuttamasta globaalista kasvihuonevaikutuksesta johtuu hiilidioksidipäästöistä. (Working group III contribution... 2007, ss. 23, 3.)

Ilmastonmuutos on tyypillinen globaali toisen sukupolven ympäristöongelma. Näitä ei voida ratkaista pelkästään tuotantoa muuttamalla, vaan tarvitaan myös muutoksia ihmisten liikkumis- ja kulutuskäyttäytymisessä (esim. Pitkäranta 1992, s. 4). Toistaiseksi ei ole olemassa teknologiaa, jolla hiilidioksidia voisi ottaa talteen esimerkiksi polttomootoritekniikkaa käyttävien ajoneuvojen pakokaasuista. Ongelmia aiheuttaa muun muassa se, että yhden bensiinilitran palaessa syntyy 3500 litraa hiilidioksidia (Reformuloidun bensiinin ekotasetiedote 2002; Wikipedia-verkkotietosanakirja: Hiilidioksidi).

Sähkötuotannon hiilidioksidipäästöjen talteenoton ja varastoinnin mahdollisuuksia tutkitaan eri puolilla maailmaa, mutta niihin liittyy vielä lukuisia teknologiaan, talouteen ja ympäristöön liittyviä ongelmia ja epävarmuustekijöitä. Suomessa on arviolta vain kymmenen hiilidioksidipäästöjä synnyttävää laitossikköä, jotka ovat niin suuria, että hiilidioksidin talteenotto olisi taloudellisesti järkevää. Maaltamme puuttuvat kuitenkin tarvittavat hiilidioksidin loppusijoitukseen soveltuvat geologiset muodostumat. Myös ympäröivät meret ovat liian matalia tähän tarkoitukseen. (Siikavirta ja Koljonen 2003, ss. 142- 143.)

Kasvihuonekaasuongelmaa ei voida ratkaista globaalilla tasolla myöskään siirtymällä maatalousmaalla viljeltäviin biopolttoaineisiin, koska peltoja tarvitaan tuottamaan ruokaa kasvavalle ihmiskunnalle. Pienen osan fossiilisista polttoaineista voisi varmaankin korvata muuttamalla maapallolla sijaitsevat luontoalueet puuplantaaseiksi tai energiapelloiksi. Tämä merkitsisi kuitenkin maapallon biodiversiteetin tuhoutumista, koska fossiilisten polttoaineiden käyttö on niin laajamittaista. Esimerkiksi suomalaisten kuluttajien vuonna 1999 käyttämän välillisen ja välittömän energian kokonaismäärä oli primäärienergiaksi muunnettuna 818 747 terajoulea eli osapuilleen saman verran kuin Suomen kaikkien metsien yhteenlasketun vuosittaisen kasvun⁵ primäärienergiasisältö (Alakangas 2000, ss. 72- 73; Mäenpää 2004, s. 28; Korhonen ym. 2007, s. 162; Energiategollisuus ry:n Internet-sivusto⁶).

1.6. Teoria pienistä puroista

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan suomalaisen kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjä. Kuluttajanäkökulman käyttäminen perustuu ajatukseen, jonka mukaan kulutushyödykkeitä tuotetaan viime kädessä vain se määrä, jonka kuluttajat niitä hankkivat.

Yksittäinen kansalainen voi pyrkiä kulutuksensa minimointiin sekä suosia vähemmän ympäristöä kuormittavia tuotteita ja palveluita. Tämä voi tapahtua esimerkiksi ympäristövalistukseen perustuvan omaehtoisuuden kautta taikka taloudellisten ohjauskeinojen avulla. Taloudellisen ohjauksen avulla kuluttajalle luodaan paremmat taloudelliset edellytykset kuluttaa ympäristölle vähemmän haitallisella

⁵ 98,5 miljoonaa kiintokuutiota

⁶ www.energi.fi > Ympäristötilastoja > Ympäristötilastoja > Muuntokertoimet

tavalla. Ympäristöä enemmän kuormittavasta kuluttamisesta tulee aiempaa kalliimpaa ja vähemmän kuormittavasta ainakin suhteellisesti halvempaa.

Suomessa yleisesti vallitsevan näkemyksen mukaan kulutuksen päästöissä ja niiden vähentämisessä on kyse lukuisista pienistä asioista. Tässä yhteydessä tunnetuksi on tullut lause, jonka mukaan pienistä puroista syntyy suuri virta. Esimerkiksi kulutuksen ympäristövaikutuksista tietoa hankkineet ympäristötietoiset kuluttajat mieltävät, että ihmisen toiminta kokonaisuudessaan muodostaa ympäristöongelman ja että tästä kokonaisuudesta on vaikea löytää yksittäisiä syy-seuraus-suhteita (Mesimäki 2006, ss. 92- 94). Myös suomalaisilla ympäristövaikuttajilla on se käsitys, että ympäristöystävällisessä elämäntavassa on kyse lukuisista pienistä kuluttamiseen ja elämiseen liittyvistä valinnoista (Järvelä ja Wilenius 1996, ss. 212, 252).

Edellä mainittu käsitys lienee seurausta kuluttajille suunnatun ympäristövalistuksen hajanaisuudesta. Valistus on ollut tyypillisesti sekalainen kokoelma tai pitkä lista yksittäisiä toimintasuosituksia, niin sanottuja ekovinkejä. Suuri osa eko- eli ympäristövinkeistä on ollut sellaisia, että niiden toteuttaminen vaatii kuluttajalta ajallista, henkistä⁷ tai rahallista panostusta. Toimintasuosituksiin ei yleensä ole kuitenkaan liitetty arviota kyseisten yksittäisten toimenpiteiden vaikuttavuudesta kuluttajan kokonaispäästömääriin. Kuluttaja ei siis ole voinut tehdä minkäänlaisia kustannus- hyöty-analyysyjä tehdessään päätöstä siitä, noudattaako annettuja ympäristönsuojeluun liittyviä suosituksia.

Osa ekovinkeistä ei ole perustunut edes tutkimuksiin tai mittauksiin, vaan pikemminkin uskomuksiin. Ympäristövalistuksessa esiintyy tuostakin kehotus välttää ravinnossa lihaa ja suosia kasvikunnan tuotteita, koska lihatuotteiden nauttiminen kiihdyttäisi ilmastomuutosta kasvisruokavaliota enemmän. Kun ruoka-aineiden kasvihuonekaasupäästöjä ryhdyttiin lopulta tutkimaan tieteellisesti, yksittäisten aterioiden ilmastovaikutuksen ja aterioiden raaka-aineiden alkuperän (eläinkunta/kasvikunta) välistä systemaattista korrelaatiota ei löytynytäkään. Ruotsalaisen Carlsson-Kanyaman mukaan myös puhtaasti kasvikunnan tuotteista koostetut ateriat voivat aiheuttaa suuren ilmastokuormituksen. Toisaalta sianlihaa sisältävän aterian voi koostaa siten, että sen kokonaiskuorma jää suhteellisen pieneksi. (Carlsson-Kanyama 1998, s. 289.)

Vaikuttavuustietojen puuttuessa kuluttajalla on ollut ainakin kolme vaihtoehtoista tapaa reagoida annettuihin suosituksiin. Ilmeisesti varsin yleinen tapa reagoida ympäristövalistukseen on elää ja kuluttaa ympäristösuosituksista piittaamatta. Toinen tapa reagoida on poimia ekovinkeistä helpoimmilta tuntuvat ns. rusinat pullasta -periaatteella. Kuluttaja saa ekotalkoisiin osallistumisesta hyvän mielen siitä, että tekee jotain ympäristön hyväksi ilman että omien kustannusten taakka kasvaa kohtuuttoman suureksi. Varjopuolena on mahdollisuus, että ekovinkeistä poimitaan (vahingossa) vain sellaisia, joiden merkitys on marginaalinen kokonaispäästöjen kannalta.

Kuluttaja voisi periaatteessa valita myös ekosankarin roolin. Ekosankari noudattaa YK:n suosittamaa varovaisuusperiaatetta⁸ eli tekee varmuuden vuoksi kaiken suositusten mukaisesti pyrkien minimoimaan energian- ja materiankulutuksensa. Kaikilla kuluttajilla ei ole kuitenkaan ekosankarina toimimisen vaatimia ajallisia ja taloudellisia resursseja. Lisäksi ekosankarina toimiminen on työlästä. Lukemattomien "arjen pienten ekotekojen" päivittäinen suorittaminen merkitsee yleensä kotitöiden lisääntymistä. Moni haluaakin käyttää esimerkiksi

⁷ Henkisellä panostuksella tarkoitetaan tässä lähinnä henkistä energiaa eli sitä, että arjen keskellä on jatkuvasti oltava valppaana ja muistettava sammutella valoja ja sähkölaitteita sekä säättää lämmityspattereita pienemmälle ja sitten taas suuremmalle teholle aina tarpeen mukaan jne.

⁸ Varovaisuusperiaatteen mukaisesti täyden tieteellisen varmuuden puuttumista ei tulisi käyttää syynä jonkin ympäristöuhan vaikutusten vähentämiseen tähtäävien toimien lykkäämiseen.

sukkien parsimiseen ja käsipyykin pesemiseen⁹ kuluvan osan vapaa-ajastaan mieluummin vaikkapa lepoon, virkistykseen ja kuntoiluun.

Tässä opinnäytetyössä pyritään paikkaamaan kuluttajien yksittäisten valintojen vaikuttavuuteen liittyvää tietovajetta tutkimalla, kuinka suuria päästöjä/säästöjä kuluttaja voi saada aikaiseksi asumiseen ja liikkumiseen liittyvillä valinnoilla. Tarkoitus on mallintaa liikenteeseen ja asumiseen liittyvän kulutuksen vaikutusta yksittäisen kuluttajan kasvihuonekaasupäästöihin. Päähuomio kohdistetaan liikkumisen ympäristövaikutuksiin, koska liikkuminen aiheuttaa suuren osan suomalaisten kuluttajien yhteenlasketuista kasvihuonekaasupäästöistä. Liikkumisen vaikutusta kokonaispäästöihin on lisäksi huomattavasti helpompi tutkia kuin esimerkiksi eri ruokavalioiden aiheuttamaa ilmastokuormitusta, koska erilaisia ruoka-aineita ja ruoanvalmistus- sekä säilytystapoja on niin paljon.

II ASUTUKSEN HAJAUTUMINEN JA LIIKENNE

2.1. Kaupungissa on helpompi elää vähäpäästöisesti

Kaupungit on nähty usein uhkana luonnolle (esim. Kanninen 1998, s. 52). Suuri yleisö mieltää vieläkin pientaloasumisen haja-asutusalueella usein ympäristöystävällisemmäksi vaihtoehdoksi kuin kerrostaloasumisen kaupungissa (esim. Tienari 2001, s. 67). Tämä johtuu pitkälti siitä, etteivät kansalaiset hahmota liikenteen suurta merkitystä elämäntavasta syntyvien päästöjen aiheuttajana (esim. Pekkanen ym. 1997, s. 183). Suomessa ei tiedosteta myöskään sitä, että haja-asutusalueiden kiinteistökohtaisesti käsiteltyjen jätevesien keskimääräinen vesistökuormitus on yli kuusinkertainen taajamien keskitetysti puhdistettuihin jätevesiin verrattuna (Kaarikivi-Laine 2003, ss. 5, 14; ks. myös Kiukas ja Kärkäinen 2007). Kaupunkimaisen tiheä asutus mahdollistaa myös asuntojen lämmittämisen energiatehokkaalla, sähkön ja lämmön yhteistuotantoon perustuvalla kaukolämmöllä.

Maaseutuväestö eli kaupunkiväestöä luonnonmukaisemmin vielä 1950- ja 1960-luvuilla. Polttopuulla lämmittämisen ja kotitarveviljelyn väheneminen sekä autoistuminen ja vesikäymälöiden yleistymisen ovat kasvattaneet huomattavasti haja-asutusalueiden väestön ympäristökuormitusta. Koska maaseutu on menettänyt merkitystään tuotannon paikkana, siellä asuvien työmatkat ovat pidentyneet. Maaseudulle muuttoon ei liity myöskään yleensä muun kulutuksen vähenemistä (Kytö & Aaltola 2006, s. 62; Tuorila 2006, s. 37, 40). Pekkasen ja muiden (1997, s. 116, 204) mukaan kaupungista maaseudun haja-asutusalueille muuttaneet eivät ole kiinnostuneita esimerkiksi kompostikäymälän hankkimisesta. Edes keittiöjätteiden kompostointia ei juuri harrastettu.

Vähäpäästöinen elämä onkin nykyisin helpompaa nimenomaan kaupungissa asuen. Kasvihuonekaasupäästöjen osalta tämä johtuu etenkin siitä, että kaupunkilaisilla on paitsi lyhyemmät työmatkat myös paremmat mahdollisuudet käyttää joukkoliikennettä, joka toimii hyvin pääkaupunkiseudulla ja etenkin Helsingissä (esim. Harmaajärvi ym. 2001, s. 53). Ekotehokas joukkoliikennejärjestelmä edellyttää suurta asukastiheyttä. Suurissa kaupungeissa on yleensä myös suurempi asukastiheys. (Himanen ym. 1995, s. 18.) Myös Lahden (1996, s. 7) mukaan Suomen taajamat ovat sitä harvemmin rakennettuja, mitä pienempiä ne ovat. Joukkoliikenteen kannattavuus edellyttää vähintään 2000 asukasta neliökilo-

⁹ Ympäristösuositusten mukaisesti pitäisi pestä vain täysiä koneellisia pyykkiä ja nekin mieluiten pesutuvan koneella. Tämä johtaa pienissä talouksissa helposti siihen, että osa pyykistä on pestävä käsin, koska pyykkiä ei koskaan kerry niin paljoa, että pesutuvan iso kone tulisi täyteen.

metrillä (Ristimäki ja Helminen 2007). Helsingin asukastiheys on 3000 asukasta/km² (Helsingin yleiskaava 2002... , s. 18).

Helsingin hyvin toimiva joukkoliikenne heijastuu muun muassa siihen, että kaupungin asukkaat omistavat auton huomattavasti harvemmin kuin muut suomalaiset (Rajanti 2002, s. 37). Suurin osa Helsingin moottoriliikennematkoista tehdäänkin joukkoliikennevälineillä (EMTA Barometer of Public... 2004, ss. 8-9). Hannosen (2007, ss. 14, 21-22) mukaan helsinkiläiset ovat melko tyytyväisiä kaupunkinsa joukkoliikennetarjontaan. Lisäksi joukkoliikenteen ja jalankulun katsotaan toimivan Helsingissä huomattavasti auto- ja pyöräliikennettä paremmin.

Maaseudulla liikkumiseen käytetään etupäässä henkilöautoa, koska joukkoliikenteen tarjonta on riittämätöntä (esim. Tuorila 2006, s. 39). Edes kävely ei ole kovin suosittu kulkumuoto aikuisten keskuudessa ja polkupyöräilykin rajoittuu kesäaikaan (Pekkanen 1996, s. 129; Pekkanen ym. 1997, s. 164). Työmatkat ovat lisäksi usein pitkiä. Kytön ja Aaltolan mukaan (2006, liite 2) suurin osa maaseutumaisiin kuntiin¹⁰ muuttaneista työskentelee oman kunnan ulkopuolella. Pekkasen ja muiden tutkimuksessa Hämeenlinnan työssäkäyntialueen haja-asutusalueilla asuvien työmatkan keskipituus oli 50 kilometriä (Pekkanen ym. 1997, s. 59). Haja-asutusalueiden asukkaat kokevatkin tarvitsevansa yhden auton jokaista työssäkäyvää henkeä kohden (esim. Pekkanen ym. 1997, s. 163).

2.2. Asutuksen hajautuminen

Perinteisessä elämänmuodossa asunto sijaitsi lähellä työpaikkaa. Talonpojat asuivat lähellä pelloja ja karjasuojia. Tehdastyöläiset asuivat korkeintaan polkupyörä- tai raitiovaunumatkan päässä tehtaalta. Hallinnon ja liike-elämän palveluksessa työskentelevät asuivat kaupunkikeskustojen välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla asuinalueilla. (Esim. Heikkilä-Kauppinen 1971, ss. 2-6.)

Nykyisin valtaosa työpaikoista sijaitsee kaupungeissa, mutta monet työntekijät asuvat kaukana työpaikastaan. Asutuksen hajautumisella (residential sprawl) tarkoitetaan kaupunkeihin tukeutuvan asutuksen¹¹ leviämistä kaupunkia ympäröivälle maa- ja metsätalousalueelle. Kaupungin ympärille syntyy fyysisesti laajeneva kaupunkiseutu, jonka rakennuskanta koostuu enimmäkseen pientaloista. (Urban sprawl in Europe 2006, ss. 6, 11.) Eurooppaa uhkaa *rurbanisoituminen* eli maaseudun ja luonnon väistyminen leviävän asutuksen ja sitä palvelevan liikenneverkoston tieltä (esim. Päivänen 2000, s. 102).

Suomen asutus on hyvin hajanaista läntisiin naapurimaihin verrattuna. Suomalaistaajamissa asuu keskimäärin vain noin 600 asukasta neliökilometrillä, kun Ruotsin taajamissa vastaava luku on 1400 (Lainevuori ja Siimes 2001, s. 37). Seppälän ja Mäenpään (2006, s. 59) mukaan Suomessa onkin rakennettua maa-alaa henkeä kohden lähes kaksi kertaa enemmän kuin Ruotsissa. Norjan taajamat ovat keskimäärin yhtä tiheästi asutettuja kuin Helsinki (Lainevuori ja Siimes 2001, s. 37).

Edellä kuvatusta ilmiöstä käytetään myös nimitystä *disurbanisaatio*. Disurbanisaation myötä asutus valtaa maata huomattavasti nopeammin kuin väestö kasvaa. Rakennetun maan pinta-ala onkin kasvanut viimeisen 20 vuoden aikana monissa Euroopan maissa kolme kertaa väestöä nopeammin (Urban sprawl in Europe 2006, s. 11.)

¹⁰ Maaseutumaisella kunnalla tarkoitetaan kuntaa, jonka väestöstä alle 65 % asuu taajamissa (Vartiainen 1989, s. 69).

¹¹ Termi tarkoittaa lähinnä sitä, että asukkaat hyödyntävät aktiivisesti kaupunkien palvelutarjontaa tai että heidän työpaikkansa sijaitsee kaupungissa.

Klaassenin ja Scimemin mukaan urbanisaation, suburbanisaation ja disurbanisaation muodostamaa jatkumoa voidaan pitää historiallisena kehitysmallina, jonka moottorina toimii teollistuminen ja teollistumisesta johtuva elintason asteittainen nousu. Urbanisaatio tarkoittaa kaupungistumista eli maaseudulta saapuvan väestön keskittymistä kaupunkeihin. Suburbanisaatio eli esikaupungistuminen tarkoittaa väestönkasvun keskittymistä kaupungin reuna-alueille tai kaupungin viereisiin ympäryskuntiin rakennettaville kerrostalo- ja pientaloalueille. Disurbanisaatio suomennetaan usein seutuistumiseksi, joskus myös vastakaupungistumiseksi (ks. esim. Vartianen 1989, ss. 50, 62 tai Halme 1995, ss. 18- 23). Disurbanisaatiolla tarkoitetaan muuttoliikettä kaupungista tai kaupungin läheiseltä esikaupunkialueelta kauempana sijaitsevaan, enemmän tai vähemmän maaseutumaiseen kuntaan. (Klaassen ja Scimemi 1981, ss. 11- 26.)

Seutuistuminen voidaan jakaa Vartiaisen (1991, ss. 83- 84) mukaan neljään alatyyppeihin. *Kyläistyminen* on olemassa olevien vanhojen maalaiskylien hallittua kasvua. *Etiöityminen* on pientalovaltaisten satelittitaajamien (taajaman määritelmästä, ks. alaviite¹²) syntymistä kyläkeskusten ulkopuolisille metsä- ja peltoalueille. *Jonoutuminen* on asutusjonojen muodostumista tienvarsiin ja rannoille. *Sirottuminen* tarkoittaisi varsinaisen haja-asutuksen syntymistä.

Asutuksen hajautuminen alkoi jo 1950-luvulla. Perinteisten umpikortteleiden sijaan kaupunkialueelle ryhdyttiin rakentamaan tonteille vapaasti ja väljästi sovitettuja kerrostaloja sekä keskelle tonttia rakennettuja omakotitaloja (rintamamiestalot). Suomen ja Ruotsin metsälähiöt sijoitettiin lisäksi usein kauas keskustasta, jolloin vanhan, tiiviin kaupunkirakenteen (kantakaupunki) ja uuden lähiön väliin jäi metsiä ja omakotitaloalueita. Pientalojen eli rivi- ja omakotitalojen rakentaminen alkoi yleistyä uudelleen 1970- ja 1980-luvuilla. (Asuin ympäristön suunnitteluperiaatteet 1975, s. 41; Mänty 1992, s. 45; Rouhianen 1993, s. 5- 7; Päivänen 1998, s. 79.)

Holttisen (1992, s. 147) mukaan disurbanisaatio alkoi kiihtyä Suomessa 1990-luvulla. Lammin ja Timosen (2007) mukaan omakotitalossa asuvien talouksien määrä on noussut yli sadalla tuhannella viimeisen 15 vuoden aikana. Nykyisin pientaloalueita rakennetaan yhä etäämmälle työpaikoista (Helminen ym. 2003, s. 58; Ratvio 2005, s. 48). Kaupungeista ja kaupunkien läheisistä pientalotaajamista muutetaan myös haja-asutusalueilla sijaitseviin yksittäisiin omakotitaloihin. Metsien rauha ja kyläympäristöjen kysyntä on ollut huomattavaa etenkin suurten kaupunkien vaikutuspiirissä (Päivänen 2000, s. 103). Kaupungista pois muuttavat ovat yleensä työssäkäyviä henkilöitä (Mäntylä ym. 1998, s. 109; Laakso ym. 2005, ss. 16; Kytö ja Aaltola 2006, s. 25 + liite 2). Aron (2007, s. 226) mukaan kaupungissa työskenteleviä muuttaa kehyskuntiin etenkin noususuhdanteen aikana.

Disurbanisaatio synnyttää laajan talous- ja työssäkäyntialueen, jota kutsutaan kaupunkiseuduksi. Kaupunkiseutu koostuu kaupunkikeskuksesta (esim. pääkaupunkiseutu¹³) sekä sitä ympäröivistä maaseutumaisemmista kehyskunnista (esim. nopeasti kasvavat Nurmijärvi ja Kirkkonummi). Helsingin seutuun eli Helsingin kaupunkiseutuun lasketaan kuuluviksi pääkaupunkiseudun neljän kunnan lisäksi myös seuraavat kahdeksan kuntaa: Kirkkonummi, Vihti, Nurmijärvi, Hyvinkää, Tuusula, Kerava, Järvenpää ja Sipoo. Valtaosa (80 %) edellä mainitun 12 kunnan yhteenlasketusta väestöstä asui vuonna

¹² Nimestään huolimatta taajama voi olla hyvinkin väljästi rakennettu. Taajaman käsite ei myöskään kerro kaikkea asutuksen tiheydestä. Lahden (1996, s. 6) mukaan taajamalla tarkoitetaan vähintään 200 asukkaan aluetta, jossa rakennusten välinen etäisyys ei ole 200 metriä suurempi. Jos taajama koostuu omakotitaloista, 200 asukkaan majoittamiseen tarvitaan keskimäärin 70 omakotitaloa. Jos nämä talot sijaitsevat lähellä toisiaan, kyseessä on siis taajama. Yhteen kerrostaloon mahtuu saman verran ihmisiä, mutta yksittäistä kerrostaloa ei silti kutsuta taajamaksi.

¹³ Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kauniainen

2001 kuitenkin edelleen pääkaupunkiseudun neljän kunnan alueella. (Jaakola ja Vaattovaara 2002, s. 113.)

On myös olemassa sisäministeriön hallinnollinen termi 'Helsingin seutukunta'¹⁴, joka rajautuu maantieteellisesti eri tavoin kuin Helsingin kaupunkiseutu. Termiä 'Helsingin metropolialue' käytetään sekä Helsingin seudun synonyyminä että myös laajemmassa merkityksessä. Kyseiselle termille on esitetty jopa kolmea erilaista maantieteellistä rajausta. (Niemi 2004, ss. 16–17.)

Helsingin seudun kehyskunnat saivat ainakin vielä 2000-luvun alkupuolella muuttovoittonsa käytännössä yksinomaan pääkaupunkiseudulta (Jaakola ja Vaattovaara 2002, s. 114–115). Yli puolet Helsingin seutukunnan työpaikoista sijaitsee kuitenkin seutukunnan ydin- eli keskuskaupungissa Helsingissä (Ratvio 2005, s. 47).

Helsingin seudun hajautuminen on voimakkainta päätiestön läheisyydessä (esim. Nurmijärvi ja Tuusula), jossa huomattava osa kuntien uusista asukkaista muuttaa taajamien ulkopuolella sijaitseviin harvaan rakennettuihin kyliin tai niiden ulkopuolelle. Sen sijaan pääradan varrella sijaitsevien kehyskuntien (Järvenpää, Kerava, Hyvinkää) kaupunkirakenne on onnistuttu pitämään eheänä. (Ristimäki ja Helminen 2007.)

Asutus hajautuu nopeiten siellä, missä rakentamista haja-asutusalueelle ei rajoiteta yhteiskunnan toimesta (Urban sprawl in Europe 2006, s. 7). Osasyynä Helsingin seudun ja Suomen muiden kasvukeskusten tilanteeseen voidaankin pitää sitä, että Suomessa ei juurikaan säännellä haja-asutusalueelle rakentamista. Suomen yhdyskuntarakennetta tutkineen Mika Ristimäen mukaan muissa maissa haja-asutusalueelle rakentaminen on yleensä pääsääntöisesti kielletty. Esimerkiksi Ruotsissa taajamat eivät jatku lievealueille, vaan loppuvat jyrkästi. (Pyykkönen 2006.) Myös Suomen verotusjärjestelmään sisäänrakennettu työmatkakulujen verovähennysoikeus on kompensoinut työmatkan pidentymisestä aiheutuneita kuluja. Verotuksen työmatkakuluvähennys rupeaa tosin vaikuttamaan ihmisten asuinpaikkavalintoihin vasta työmatkan ollessa yli 50 kilometriä (Lehtonen ym. 1996, s. 55).

2.3. Pientaloasuminen hajauttaa yhdyskuntarakennetta

Omakotitaloihin muuttaa tyypillisesti työssäkäyviä henkilöitä (Esim. Laakso ym. 2005, s. 16; ks. myös Vaattovaara ja Vuori 2002 s. 21 sekä Ristiuso 2005, ss. 18, 78). Helsingin ulkopuolella sijaitsevaan omakotitaloon muuttavien määränpäänä on tyypillisesti Espoo, mutta myös Sipoo, Kirkkonummi ja Nurmijärvi. Sipooseen muuttaa suhteellisesti eniten suurituloisia. Sipooseen vuosina 2001–2003 muuttaneiden rahatuloja omaavien henkilöiden kunnallisveronalainen bruttotulo oli keskimäärin 2408 euroa kuussa, mikä oli 30 % enemmän kuin vastaava tulo helsinkiläisillä vuonna 2002 (1855 e/kk). Nurmijärvelle muuttaneiden kunnallisveronalainen bruttotulo oli käytännöllisesti katsoen sama kuin Helsingin seudun kehyskuntiin muuttaneiden keskimääräinen bruttotulo 2080 e/kk eli Nurmijärvelle muuttaneet olivat bruttotulojensa osalta vain noin 12 % suurituloisempia kuin helsinkiläiset. (Broberg 2007, ss. 54, 58 sekä sähköpostiviesti 11.7.2007; Luonnollisten henkilöiden...¹⁵.)

Lääkkeeksi suuri- ja keskituloisten veronmaksajien pakoon Helsingistä on tarjottu usein pientalo- ja merenrantarakentamista. Esimerkiksi Helsingin asunto-ohjelman tavoitteena on kaksinkertaistaa Hel-

¹⁴ Helsingin seutukunta = Helsingin kaupunkiseutu – (Sipoo ja Vihti) + (Mäntsälä, Pornainen ja Siuntio)

¹⁵ Luonnollisten henkilöiden luku, tulot, varat, vähennykset ja verot iän ja sukupuolen mukaan, 2002.

Tilastokeskuksen tilasto. Saatu yliaktuaari Timo Matalalta 21.9.2007.

singin pientalorakentaminen (Monimuotoisen asumisen Helsinki 2004, s. 28). Helsingin asukkaat halusivat kuitenkin säilyttää rannat ja lähiöiden luontoalueet rakentamattomina virkistysalueina (esim. Lehtonen 2004).

Maankäytöllisen tehottomuutensa vuoksi pientaloalueet eivät pysty tarjoamaan viihtyisää asuinympäristöä kuin pienelle osalle pääkaupunkiseudun asukkaita. Vain 23 % Helsingin väestöstä asuu pientalossa¹⁶. Kuitenkin 57 % Helsingin asuinalueiden rakennusmaasta on osoitettu pientaloalueille (esim. Soininvaara 2005). Myös vantaalaisista suurin osa asuu kerrostalossa (Rönn 2007, sähköpostiviesti¹⁷). Espoon kotitalouksistakin 57 % asuu kerrostalossa (Munter 2007, sähköpostiviesti¹⁸). Yhdyskuntarakenteen kannalta olisikin mielekkäämpää yrittää ehkäistä keski- ja suurituloisten pakoa pääkaupunkiseudulta rakentamalla pientalojen sijaan sellaista kerrostalomiljöötä, joka vastaisi nykyistä paremmin kansalaisten käsityksiä viihtyisästä elinympäristöstä.

Omakotitaloasuminen vaatii huomattavasti maa-alaa asukasta kohden. Sen sijaan Helsingin kanta-kaupungille tyypillinen tiivis ja korkea rakentamistapa vaatii vain hyvin vähän maata. Rakentamisen tehokkuutta mitataan tehokkuusluvun avulla, joka saadaan alla olevasta kaavasta.

$$\text{tehokkuusluku (e)} = \frac{\text{rakennusten kokonaiskerrosala}}{\text{alueen kokonaispinta-ala}}$$

Tehokkuusluku voidaan laskea tontille, korttelille tai koko asuinalueelle. Aluetehokkuudella (e_a) ilmaistaan korttelia laajemman alueen, usein koko asuinalueen rakentamistiheys. Asuinalueella sijaitsee asuntokortteleiden lisäksi usein myös aluekohtaisia toimintoja kuten puistoja, urheilukenttiä, kaupallisia palveluja, päiväkoteja ja kouluja. Tehokkuusluku ei korreloi suoraan rakentamattoman ulkotilan määrän kanssa, sillä maata jää sitä enemmän vapaaksi, mitä korkeampia rakennukset ovat. (Asuinympäristöjen suunnitteluperiaatteet 1975, ss. 20- 21.)

Vastalääkettä yhdyskuntarakenteen hajautumiseen on etsitty viime vuosina uudentyyppisistä ns. tiiviin ja matalan rakentamisen alueista. Mataluus tarkoittaa tiiviin ja matalan rakentamisen alueilla 1- 3 kerrosta. Peruseriaatteena on lisäksi, että jokaisesta asunnosta on 'suora' yhteys ulos joko oven, ulkoportaan taikka luhtikäytävän muodossa. (Lahti 2002, s. 106.)

Tätä opinnäytetyötä varten etsittiin viime vuosina rakennettuja tai kaavoitettuja tiiviin ja matalan rakentamisen alueita. Päämääränä oli löytää pääkaupunkiseudulla sijaitsevia mahdollisimman laajoja esimerkkialueita, jotka täyttäisivät edellä mainitut tiiviin ja matalan rakentamisen kriteerit. Pääkaupunkiseudulla on kuitenkin ehditty toteuttaa vasta muutama tiivis- matala-alue. Lopulta päädyttiin tarkastelemaan seuraavan kolmen esimerkkikohteen rakentamistehokkuutta:

- Helsingin Konalessa sijaitseva 11 hehtaarin kokoinen vuosina 2001- 2006 aluetehokkuudella 0,16 rakennettu Lehtovuoren asuinalue, jossa on pientalojen lisäksi kaksi tiiviin ja matalan kriteereistä poikkeavaa nelikerroksista kerrostaloa (Lukkarinen 2007, sähköpostiviesti¹⁹)
- Kirkkonummen Kartanonrannan (Sundsberg) pientaloista koostuvat Sundet I ja II (yhteensä 48 ha), joiden yhteenlaskettu aluetehokkuus on 0,16 (Tiilikainen 2007, sähköpostiviesti²⁰).

¹⁶ Helsingissä oli Helsingin seudun Aluesarjat-tilaston mukaan vuonna 2005 9638 asuinkerrostaloa.

Helsingiläisessä asuinkerrostalossa asuu keskimäärin 44,8 henkeä. Helsingin asuinkerrostaloissa asui siis yhteensä 431 782 henkeä eli 77 % kaupungin väestöstä.

¹⁷ tilastosihteeri Sirpa Rönn Vantaan kaupungin tilasto ja tutkimusyksiköstä 20.2.2007

¹⁸ Espoon kaupungin tutkija Arja Munter sähköpostilla 13.3.2007

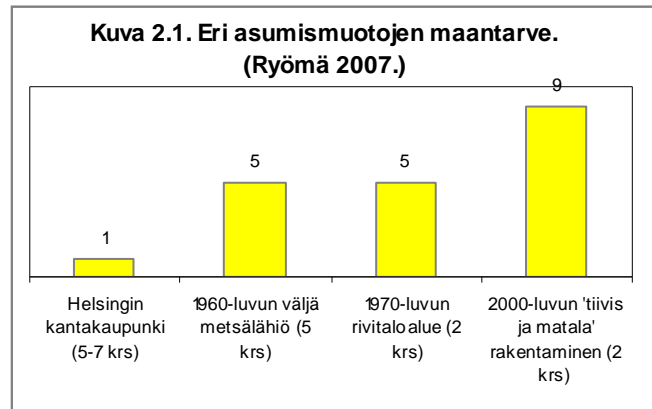
¹⁹ Arkkitehti Leena Lukkarinen Helsingin kaupunkisuunnitteluvirastosta 30.3.2007

²⁰ Kirkkonummen kunnan kaavoitussihteeri Benita Tiilikainen 22.3.2007

- Etelä-Myllypuroon kaavoitettu kaksikerroksisten rakennusten muodostama puinen kaupunkikylä (35 ha), jonka aluetehokkuus 0,18 (Miettinen 2007, puhelintieto²¹).

Edellä luetellun kolmen alueen keskimääräinen aluetehokkuus on 0,166. Helsingin seudun uudet tiiviis- matala-alueet ovat täten huomattavasti tehottomammin rakennettuja kuin väljinä pidetyt Helsingin vanhat ns. metsälähiöt: 5-kerroksista taloista koostuvan 1960-luvun lähiössä sijaitsevan väljästi rakennetun asuinalueen aluetehokkuus on 0,33. Sama maankäytöllinen tehokkuus saavutetaan 1970-luvulla rakennetulla kaksikerroksisella tiivihkolla rivitaloalueella. (Asuin ympäristöjen suunnittelu-periaatteet 1975, ss. 21- 29.) Helsingin kantakaupungin aluetehokkuus on noin 1,5.

Viereinen diagrammi kuvaa eri asumismuotojen tarvitseman maa-alan määrää eri tyyppisillä asuinalueilla (kuva 2.1). Luvut ovat koko asuin-alueelle laskettuja aluetehokkuuksia eli asuin-alueen kadut ja viheralueet sisältyvät laskelmiin. Kuvasta havaitaan, että 2000-luvun uudet 'tiiviin ja matalan rakentamisen' alueet vaativat lähes kaksi kertaa enemmän maata kuin väljät 1960-luvun kerrostalolähiöt tai 1970-luvun rivitaloalueet. Helsingin kantakaupunkiin verrattuna maantarve on lähes kymmenkertainen.



2.4. Asutuksen hajautuminen lisää autoilua

Elintason nousuun liittyvä autoilun yleistymisen on mahdollistanut viime vuosikymmenten hajautumiskehityksen. Euroopan autokanta on lisääntynyt neljä kertaa väestöä nopeammin viimeisten 20 vuoden aikana. (Urban sprawl in Europe 2006, ss. 9, 18, 40.) Tilastokeskuksen mukaan Suomen henkilöauto-kanta kaksinkertaistui vuosina 1980- 2005. Autonomistus on harvinaisempaa Suomen suurimmissa kaupungeissa, joissa joukkoliikenne on kehittyneempää kuin muualla. (Moottoriajoneuvot 2005, ss. 5,12.) Esimerkiksi Helsingissä työmatkat kuljetaan yleensä julkisilla liikennevälineillä (Lankinen 2005, s. 36).

Myös moottoriteiden rakentaminen ja pääteiden leventäminen sekä suoristaminen on lisännyt kaupungista pois muuttamisen houkuttelevuutta²². Sama pätee autopaikkojen yhä lisääntyvään kaavoittamiseen ja rakentamiseen: kaupungissa olisi mahdollon käydä töissä autolla, ellei yhteiskunta tai työnantaja tarjoaisi kokonaan tai osin subventoituja pysäköintipaikkoja. (Lehtonen ym. 1996, s. 7; Helminen ym. 2003, s. 60; Pakkasalo ja Suoniemi 2005, s. 38; Urban sprawl in Europe 2006, s. 18.)

Yksi autopaikka vie pysäköintihallissa tilaa vähintään 25 neliötä eli pienen yksion verran. Kaavoitusta ja liikennesuunnittelua ohjaavat normit ovat käytännössä tukeneet yksityisautoilua ja sen sujuvuutta. Esimerkiksi Helsingin asuinalueilla on toteutettu huomattavia tulonsiirtoja autottomilta asukkailta autoi-

²¹ Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston kaavaesittelijä Ulla Miettinen puhelimesta 13.7.2007.

²² Suomessa rakennettiin vuosina 1980–2000 niin paljon uusia moottori- ja moottoriliikenneteitä, että niiden yhteispituus kolminkertaistui. Myös kaupunkien liepeille rakennettiin paljon uusia teitä. Pääkaupunkiseudun sisään-tulo- ja kehä-avylät levennettiin vähintään kaksiajorataiseksi. Sekään ei riittänyt, vaan liikenteen kasvun myötä näillä väylillä esiintyy lähes päivittäisiä ruuhkia. Suomen liikenne on keskittynyt nykyisin selvästi Etelä-Suomen pääteille. (Helminen ym. 2003, s. 58–60.)

lijoille, koska autottomat ovat joutuneet osallistumaan pysäköintihallipaikkojen rakentamiskuluihin, jotka ovat olleet keskimäärin 33 000 euroa autopaikkaa kohden. (Vanhanen 2004; Astikainen 2006.)

Multamäen ja Taskisen (2007, ss. 38, 41) mukaan Helsingin kantakaupungin kadulla sijaitsevan asu- kaspysäköintipaikan kokonaishinta on vähintään 185 euroa vuodessa, josta noin 80 % katetaan helsinkiläisten yhteisillä verovarilla. Jos Helsingin kantakaupungin alueella työskentelevä työntekijä saa pysäköidä autoaan ilmaiseksi työnantajansa pysäköintihallissa, se merkitsee työntekijälle noin 800- 2700 euron vuosittaista verotonta työsuhde-etua. Myös kaupungit ja vapaa-ajanviettopaikat tarjoavat autoileville asiakkailleen ilmaisia tai subventoituja pysäköintipaikkoja.

Autokannan pitkään jatkunut kehitys energiatehokkaammaksi on pysähtynyt, koska autonostajat ovat ruvenneet suosimaan yhä suurempia ja tehokkaampia malleja (Günther ym. 2005, s. 6). Myös tieverkon muutoksiin liittyvä ajonopeuksien kasvu on syönyt osan parantuneen tekniikan tuomista säästöistä, sillä suurilla ajonopeuksilla kuluu enemmän polttoainetta.

Hajautumiseen liittyvä liikenteen kasvu lisää edellä mainituista syistä voimakkaasti liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä sekä pahentaa kaupunkien melu- ja ilmansaasteongelmia. Asutuksen hajautuminen heikentää siten myös kaupunkiympäristön viihtyisyyttä. (Urban sprawl in Europe 2006, ss. 5- 6.)

Pendelöinti tai sukkulointi eli työssäkäynti oman kunnan ulkopuolella on lisääntynyt suuresti. Noin joka kolmas työssäkäyvä suomalainen pendelöi työmatkansa vuonna 2002. Suurimmilla kaupunkiseuduilla asuvat pendelöivät keskimääräistä enemmän. (Myrskylä 2004, s. 34; Nivalainen 2006, s. 56.) Jo 40- 53 % Helsingin seudun kehyskuntien työllisistä työskentelee pääkaupunkiseudulla, suurin osa heistä Helsingissä (Lehtonen ym. 1996, s. 80; Nivalainen 2006, s. 23). Noin 18 % pääkaupunkiseudulla työskentelevistä asui pääkaupunkiseudun ulkopuolella vuonna 2000 (PKS 2025 Pääkaupunkiseudun tulevaisuuskuva, s. 31). Tämä on samaa suuruusluokkaa kuin kehyskunnissa asuvien osuus koko Helsingin seutukunnan väestöstä (Monimuotoisen asumisen Helsinki 2004, s. 10).

Vaikuttaa siltä että pitkämatkalaisten pieni vähemmistö tuottaa leijonanosan työmatkaliikenteen kasvihuonekaasupäästöistä. Vain joka kymmenennen työssäkäyvän työmatka oli yli 19 kilometriä pitkä vuonna 1995. Tämän 10 prosentin työmatkat aiheuttivat kuitenkin puolet suomalaisten yhteenlasketuista työmatkakilometreistä. (Lintunen ym. 2000, s. 22.) Kyseinen ilmiö ei rajoitu työmatkaliikenteeseen: Suomen 13- 64-vuotiaasta väestöstä 6 prosentin vähemmistö kulkee vuositasolla 35 % arkipäivien henkilöliikennematkojen yhteenlasketuista kilometreistä (Himanen ja Järvi-Nykänen 1993, s. 11). Ruotsissa on saatu samantapaisia tuloksia: 10 prosentin vähemmistö kulkee 55 prosenttia yhteenlasketuista henkilökilometreistä (Vilhelmson 1990, s. 47).

Linnuntietä mitattu keskimääräinen työmatka pitenee koko ajan. Suomen ympäristökeskuksen yhdyskuntarakenteen seurantarjestelmän mukaan työmatkan keskipituus²³ oli Suomessa 9,5 kilometriä vuonna 2003. Vuonna 1980 vastaava luku oli vain 5,3 kilometriä eli keskipituus kasvoi noin 80 % vuosina 1980- 2003. (Ristimäki 2007, puhelintieto²⁴.) Henkilöautojen määrä kasvoi samana ajanjaksona 86 % ja henkilöautojen ajosuorite eli henkilöautoilla ajettujen ajoneuvokilometrien yhteismäärä 92 % (Liikennetilastollinen vuosikirja 2004, s. 32; Moottoriajoneuvot 2005, s. 12).

²³ Luku on laskettu alle 100 kilometrin pituisista matkoista. Jako perustuu siihen, että työmatkan ollessa yli 100 km monet työntekijät asuvat viikolla työpaikkakunnalta hankitussa kakkosasunnossa.

²⁴ Suomen ympäristökeskuksen vanhempi suunnittelija Mika Ristimäki puhelimesta 18.4.2007. Tiedot perustuvat Tilastokeskuksen keräämään aineistoon.

Pastisen ja muiden (2006, s. 52) mukaan helsinkiläisten keskimääräinen työmatka on nykyisin noin 10 kilometriä. Pääkaupunkiseudun ulkopuolisten Uudenmaan kuntien asukkailla taas on Suomen pisimmät työmatkat (Harmaajärvi ym. 2001, s. 28). Lehtosen ja muiden tutkimuksessa (Lehtonen ym. 1996, ss. 13- 14, 30) tyypillisimmän²⁵ kehyskunnasta pääkaupunkiseudulle pendeloivän yhdensuuntainen työmatka oli 45 kilometrin pituinen. Mäntylän ja muiden (1998, s. 115) mukaan Lohjan seudulta omakotitaloa etsivät pitävät 40- 50 kilometrin työmatkaa sopivana.

Työmatkan sujuvuutta arvioidaan etenkin matkaan kuluvan ajan mukaan. Joukkoliikennevälineen matkustusnopeus ei kuitenkaan yksin riitä kilpailemaan ajallisesti henkilöautoilun kanssa, vaan myös vuorovälien on oltava tiheät. Lisäksi joukkoliikenteen pysäkkien ja asemien on sijaittava suhteellisen lähellä toisiaan, jottei matka pysäkille/asemalle muodostu liian pitkäksi. Joukkoliikenteen houkuttelevuuden kannalta oleellista on nimenomaan se, ettei joukkoliikennepysäkki tai -asema sijaitse pidemmän kävelymatkan päässä kuin mahdollinen oma auto. Joukkoliikenteen kilpailukykyä voidaan siten lisätä sijoittamalla henkilöautojen pysäköintipaikat joukkoliikennepysäkkien ja -asemien yhteyteen tai vieläkin kauemmas. (Knoflacher 1995, s. 86.)

Himasen ja muiden (1995, s. 14) mukaan päivittäiseen liikkumiseen käytetty aika on säilynyt melko vakiona: suomalaiset käyttävät matkoihinsa keskimäärin 70 minuuttia päivässä. Henkilösuoritejakauma on kuitenkin erittäin vino, minkä johdosta väestön mediaanimatkustusaika²⁶ on vain 50 minuuttia päivässä²⁷ (Himanen ja Järvi-Nykänen 1993, s. 11). Päivittäisiin matkoihin käytetty keskimääräinen aika on tutkimusten mukaan sama muissakin länsimaissa (Knoflacher 1995, ss. 26- 27). Tulos pätee myös helsinkiläisiin ja Helsingin kantakaupungin asukkaisiin (Helsingin yleiskaava 2002, s. 43). Vaikka päivittäinen matka-aika on pysynyt samana, keskimääräinen päivittäinen kilometrisuorite²⁸ on silti kasvanut jatkuvasti, koska liikkumisesta on tullut yhä nopeampaa. Himasen ja Järvi-Nykäsen mukaan henkilöautojen pääkäyttäjien päivittäinen kilometrisuorite onkin kaksinkertainen muuhun väestöön verrattuna (Himanen ja Järvi-Nykänen 1993, liite 1). Ruotsissa on saatu samanlainen tulos (Vilhelmson 1990, s. 31).

Nykyisin täysi-ikäiset ajokortin omistajat harjoittavat tieliikennettä²⁹ lähes kolminkertaisen määrän ajokortittomiin nähden (16 800 ja 6200 km vuodessa). Sama pätee tarkasteltaessa yksinomaan moottoriajoneuvoliikennettä: ajokortin omaavat liikkuvat teillä motorisoidusti kolme kertaa ajokortittomia enemmän (16 000 ja 5000 km/y). Kesämökkimatkat eivät selitä erotusta, sillä ne muodostavat vain muutaman prosentin kokonaismatkasuoritteesta. Ajokortin omistavat liikkuvat henkilöautolla (kuljettajana tai matkustajana) keskimäärin 40 km vuorokaudessa. Ajokortin omistavat liikkuvat kaikkina ikäkausina selvästi enemmän kuin ajokortittomat. (Henkilöliikennetutkimus 2004- 2005, s. 34, 49.) Tilastokeskuksen mukaan autonomistajilla on myös selvästi muita pidemmät työmatkat (SuomiCD 2006).

Autoilu heijastuu yksilön kokonaisenergiankulutukseen, joka on autoilijoilla suurempi kuin muilla. Vuonna 1981 yksin asuvat autoilijat kuluttivat liikkumiseen kaksi kertaa enemmän energiaa kuin muut yksin asuvat. Lisäksi autoilijat asuvat paitsi muita kauempana työpaikastaan myös muita väljemmin, mikä myös lisää heidän kokonaisenergiankulutustaan. (Nurmela 1989, ss. 47, 83- 84.)

²⁵ tarkoittaa tässä mediaanipendelöijää

²⁶ Puolet 13–64-vuotiaista arkipäivän matkoja tehneistä suomalaisista matkusti korkeintaan tämän verran vuorokaudessa.

²⁷ luku ei pidä sisällään niitä, jotka eivät tehneet matkoja tutkimuspäivän aikana

²⁸ =taivalletut kilometrit

²⁹ Tieliikenteellä tarkoitetaan tässä kaikkea maantie- ja rautatieliikennettä.

YTV:n uusimman ennusteen mukaan pääkaupunkiseudulle pendelöivien määrä lisääntyisi noin 70 % vuoteen 2025 mennessä (PKS 2025, s. 31). Henkilöautoliikenteen määrän arvioidaan lisääntyvän pääkaupunkiseudulla 40 % vuoteen 2030 mennessä (PLJ 2007 Liikennejärjestelmäsuunnitelma, s. 26). Muualla Uudellamaalla kasvu olisi yli 50 % (Maankäyttö- ja liikennetietokeskus... 2006, s. 23). Pääkaupunkiseudulle pendelöivistä ylivoimainen enemmistö käyttää työmatkallaan henkilöautoa³⁰ (esim. Schulman 1995, s. 72). Henkilöautolla tehtävät työmatkat tehdään Suomessa 92-prosenttisesti yksin ajaen (Henkilöliikennetutkimus 2004-2005, s. 29).

III SUOMALAISEN KULUTUKSEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT

”Ympäristön kannalta merkityksellistä elämäntavassa on sen ympäristökuorma, ei niinkään elämäntavan muoto tai tyyli.” (Ahonen 2006, s. 84.)

Edellisessä luvussa todettiin, että työmatkojen keskipituus on kasvanut huomattavasti viime vuosikymmenten aikana. Lisäksi työssäkäyvä väestö näyttäisi muuttavan enenevässä määrin kaupunkiseutujen laitamilla sijaitseviin omakotitaloihin. Aiemman tutkimuksen perusteella tiedetään, että asutuksen hajautuminen lisää henkilöautoliikennettä. Kukaan ei ole kuitenkaan julkaissut tutkimusta, jossa mitattaisiin tai arvioitaisiin, kuinka paljon yksilön kokonaispäästökuorma kasvaa työmatkan pidentymisen myötä. Luvussa IV on tarkoitus havainnollistaa vertailulaskelman avulla, kuinka suuren osan päivittäinen autoilu ja asuminen sähkölämmitteisessä omakotitalossa voivat muodostaa yksittäisen kuluttajan kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä. Ennen sitä on kuitenkin selvitettävä, mistä suomalaisten kuluttajien aiheuttama kasvihuonekaasupäästöjen kokonaiskuorma muodostuu.

3.1. Kulutuksen kasvihuonekaasupäästöt aiemman tutkimuksen valossa

Mäenpään (2004, ss. 15, 28, 33-35) mukaan suomalaisten kulutus aiheutti henkeä kohden vuonna 1999 yhteensä noin 11 000 kiloa kasvihuonekaasupäästöjä, jotka jakautuivat seuraavalla sivulla olevan taulukon 3.1. mukaisesti. Taulukon luvut on laskettu jakamalla Mäenpään esittämät luvut Suomen väestömäärällä vuoden 1999 puolivälissä, joka oli 5 168 400 henkeä.

Suurin osa suomalaisen kulutuksen kasvihuonekaasupäästöistä syntyy ihmisten siirtymisestä paikasta toiseen, elintarvikkeiden tuotannosta ja jakelusta sekä asumiseen liittyvästä energiankulutuksesta. Shoppailun osuus on hyvin pieni (alle 10 % kokonaispäästöistä), jos shoppailulla ymmärretään vaatteiden ja tavaroiden hankkimista.

Seuraavan sivun taulukko 3.1 sisältää sekä välittömän että välillisen kulutuksen hyödykkeiden koko elinkaaren ajalta. Kaikki hyödykkeiden valmistusketjun eri vaiheissa syntyneet päästöt on siis pyritty huomioimaan. Luvut on ilmoitettu kilogramman tarkkuudella. Tästä huolimatta kyseessä eivät ole mitatut päästöt, vaan arviot, jotka on laskettu Tilastokeskuksen kotitaloustiedustelujen avulla laadittujen kulutustilastojen sekä eri toimialojen päästöihin ja elinkaarianalyysiin perustuvien Suomen kansantalouden tilinpidon panos- tuotos- taulujen perusteella. Koska ulkomailla tapahtuvan tuotannon päästöjä

³⁰ Lehtosen ja muiden (1996, s. 32) mukaan suurimmalla osalla kehyskunnista pääkaupunkiseudulle pendelöivistä ei ole suoraa joukkoliikenneyhtyttyä työpaikkansa lähelle. Kuitenkin suuri osa niistäkin, joilla suora yhteys on, kulkee henkilöautolla töihin.

on käytännössä mahdoton mitata Suomesta käsin, laskelmassa on oletettu, että tuontituotteetkin valmistettaisiin Suomessa. (Mäenpää 2004, ss. 4, 11.)

Taulukko 3.1. Arvio suomalaisen keskivertokuluttajan kasvihuonekaasupäästöistä (Mäenpää 2004) vuonna 1999 (kiloa CO₂-ekvivalenttia). Taulukko ei sisällä lentoliikenteen typenoksidi- ja vesihöyrypäästöjä.	
1. autoilu ja muu liikkuminen (ilman valmismatkoja): 25 %	2698 kg
2. elintarvikkeet ja kodin ulkopuolella nautittujen aterioiden raaka-aineet: 24 %	2586 kg
3. asunnon ja pesuveden lämmitys, taloussähkö, vesihuolto, jätteiden keruu kiinteistöltä, pintaremontit, kesämökeillä kulutettu lämmitys- ja muu sähkö sekä nestekaasu: yhteensä 23 %	2532 kg
4. sisustus, kodinkoneet ³¹ ja kotitalousvälineistö ³² : yhteensä 3 %	293 kg
5. vaatetus ja jalkineet: 2,5 %	271 kg
6. ruokala-, kahvila-, ravintola- ³³ ja hotellipalvelut (ilman juomia ja aterioiden raaka-aineita): yhteensä 2 %	228 kg
7. alkoholi ja tupakka: 2 %	205 kg
8. valmismatkat ja muut hyödykkeet (esim. sanomalehdet, kirjat, tietokoneet, televisiot, urheiluvälineet, lemmikkieläinten ruoka ja muut harrastukset ³⁴ , tietoliikenne, kampaamo- ja parturikäynnit, pankki- ja vakuutuspalvelut): yhteensä 10 %	1080 kg
9. koulutus ja terveydenhuolto, lasten päivähoito, vanhusten ja muiden erityisryhmien laitosasuminen sekä muut sosiaalipalvelut: yhteensä 9 %	945 kg
Yhteensä	10 838 kg

Mäenpää tarkastelee kasvihuonekaasupäästöjen syntymistä kulutuslähtöisesti eli sen mukaan, minkä loppukulutuksessa käytettävän hyödykkeen tuottamisen yhteydessä päästöt ovat syntyneet. Suomen vientiteollisuuden päästöjä ei siten lasketa suomalaisen kulutuksen päästöiksi, koska vientiteollisuuden tuottamat hyödykkeet kulutetaan muiden kuin suomalaisten toimesta. Vientiteollisuuden päästöt ovat Mäenpään (2004, s. 12) mukaan 42 % Suomen talouden aiheuttamasta kasvihuonekaasujen kokonaispäästöstä. Myöskään infrastruktuuri³⁵ sekä talojen rakentamisesta ja ylläpidosta aiheutuneita kasvihuonekaasupäästöjä ei lasketa kulutuksen päästöiksi. Infrastruktuuri ja rakennukset luetaan kansantalouden ainevirtatilinpidossa pääomaksi eikä kulutukseksi. Rakennusvaihe muodostaa kuitenkin alle 10 % rakennuksen koko elinkaaren aikana syntyvistä kasvihuonekaasupäästöistä (Saari 2002; ks. myös Saari 2003, s. 83).

Mäenpään työstä ei ilmene, kuinka kulutuksen kasvihuonekaasupäästöt jakautuivat eri kasvihuonekaasujen kesken. Tämän vuoksi tarkastellaan seuraavaksi Suomen koko kansantalouden kasvihuonekaasupäästöjä vuonna 1999.³⁶

Suomen talouden kasvihuonekaasupäästöistä 84 % muodostui hiilidioksidista (CO₂), jota syntyi lähinnä fossiilisten polttoaineiden polton yhteydessä. Typpioksiduuli (N₂O) oli ilmastovaikutuksella mitattuna Suomen toiseksi yleisin kasvihuonekaasu, joka muodosti 9 % kansantalouden kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 1999. (Mäenpää 2005, ss. 42, 47.) Typpioksiduulipäästöjä syntyy etenkin typpilannoitteen valmistuksesta ja käytöstä sekä kotieläinten lannasta. Myös energian tuotannosta ja kataly-

³¹ Sisältää myös kodinkoneiden huollon ja huonekalujen kunnostuksen.

³² Sisältää myös kodin ja puutarhan hoidossa käytettävät laitteet.

³³ Suomalainen aterioi vuonna 1998 ruokalassa, kahvilassa tai ravintolassa keskimäärin kerran viikossa (Varjonen ja Viinisalo 2004, s. 33).

³⁴ ilman kesämökkeilyä

³⁵ Infrastruktuurilla tarkoitetaan Lahden (1992, s. 11) mukaan liikenne-, tietoliikenne- ja energia- sekä vesi- ja viemäriverkostoja.

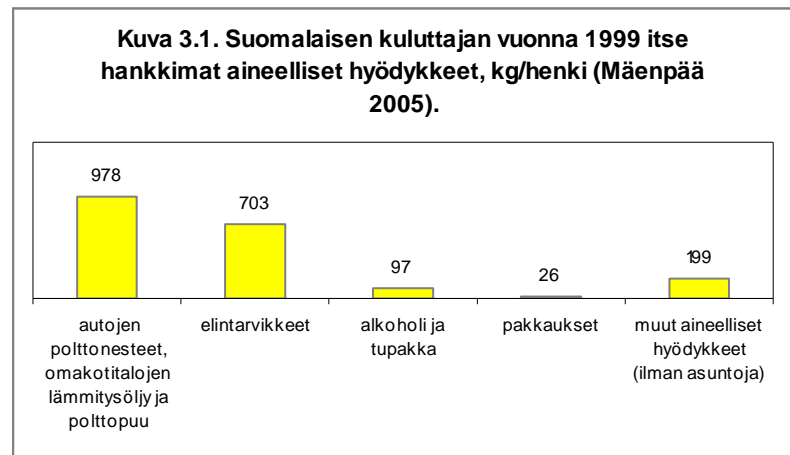
³⁶ Nämäkään luvut eivät sisällä lentoliikenteen typenoksidi- ja vesihöyrypäästöjen ilmastoa lämmittävää vaikutusta.

saattoriajoneuvojen käytöstä syntyy jonkin verran typpioksiduulipäästöjä. (Greenhouse gas emissions in Finland 2005, ss. 175- 178; Leino 2007.)

Metaani on kasvihuonevaikutukseltaan Suomen kolmanneksi yleisin kasvihuoneilmiön kiihdyttäjä. Metaanin osuus kansantalouden ilmastovaikutuksesta oli 7 % vuonna 1999. (Mäenpää 2005, ss. 42, 47.) Kaatopaikkojen metaanipäästöt³⁷ muodostivat 58 % kaikista Suomen metaanipäästöistä. Metaanipäästöjä syntyy myös jonkin verran elintarvikkeiden tuotannossa, lähinnä lehmien ruoansulatuksen yhteydessä (Tilastokeskuksen tilastotietokanta³⁸; Sipilä ym. 2003, s. 148). Edellä mainittujen lukujen osalta on huomattava, etteivät ne sisällä suomalaisten kuluttamien tuontituotteiden valmistuksen päästöjä. Esimerkiksi suomalaisten kuluttajien nauttiman riisin viljely tuottaa jonkin verran metaanipäästöjä Aasiassa (ks. Carlsson-Kanyama 1998, s. 282).

3.2. Suurin osa kulutuksesta on polttoainetta

Valtaosa suomalaisten suoran aineellisen kulutuksen massasta muodostuu polttoaineista ja elintarvikkeista eikä tavaroista ja pakkauksista. Kuva 3.1 esittää suomalaisten kuluttajien vuonna 1999 ostamien aineellisten hyödykkeiden määrää. Myös tämä diagrammi perustuu kansantalouden ainevirtatilinpitoon (Mäenpää 2004, s. 14; Mäenpää 2005, ss. 42, 163).



Diagrammia tarkasteltaessa on pidettävä mielessä, että se ei sisällä sähkön ja kaukolämmön sekä joukkoliikennematkojen tuottamiseen tarvittuja polttoaineita. Jos diagrammi sisältäisi edellä mainitut lämmitys- ja liikennepolttoaineet, diagrammin ensimmäinen pylväs olisi huomattavasti korkeampi.

3.3. Tarkennettu arvio kulutuksen kokonaispäästöistä

Lentoliikenteen typenoksidipäästöt reagoivat yläilmakehässä lisäten voimakkaasti lentoliikenteen ilmakehää lämmittävää vaikutusta. Lisäksi ilmaan vapautunut vesihöyry saa suurissa korkeuksissa usein aikaan tiivistymisvanojen muodostumista, millä on myös suoraa maapallon pintaa lämmittävää vaikutusta. Edellä mainitut päästöt arviolta kaksinkertaistavat lentoliikenteen ilmastovaikutuksen (Sausen ym. 2005, s. 557). Tiivistymisvanat saattavat myös kehittyä jääkide- eli cirrus-pilviksi. Jääkidepilvillä saattaa olla huomattavan suuri ilmastoa lämmittävä vaikutus, joskaan ilmiötä ei tunneta vielä kovin hyvin. Arvioiden mukaan lentoliikenteen kokonaisilmastovaikutus saattaa olla jääkidepilvet huomioiden jopa 3-5-kertainen lentoliikenteen hiilidioksidipäästöihin verrattuna. (Sausen ym. 2005, s. 557.)

³⁷ Kaatopaikalla metaania syntyy mm. elintarvikejätteestä ja lemmikkieläinten ulosteista (Partti 2007).

³⁸ www.tilastokeskus.fi > Tilastot > Tilastot aiheittain > Ympäristö ja luonnonvarat > Kasvihuonekaasut > 2005 > Taulukko 3. Metaanipäästöt 1990, 1995–2005 päästölukittain.

Taulukossa 3.1 ei ole huomioitu lentoliikenteen typenoksidi- ja vesihöyrypäästöjen ilmastovaikutusta. Valmismatkojen ja muun lentoliikenteen päästöt ovat todellisuudessa siis huomattavasti suuremmat kuin taulukossa 3.1. Seuraavaksi lisätään Mäenpään laskelmaan lentokoneiden typenoksidi- ja vesihöyrypäästöt valmismatkojen osalta. Valmismatkojen osalta oletuksena on, että lentoliikenteen ilmastoa lämmittävä vaikutus olisi kolminkertainen lentoliikenteen hiilidioksidipäästöihin nähden.

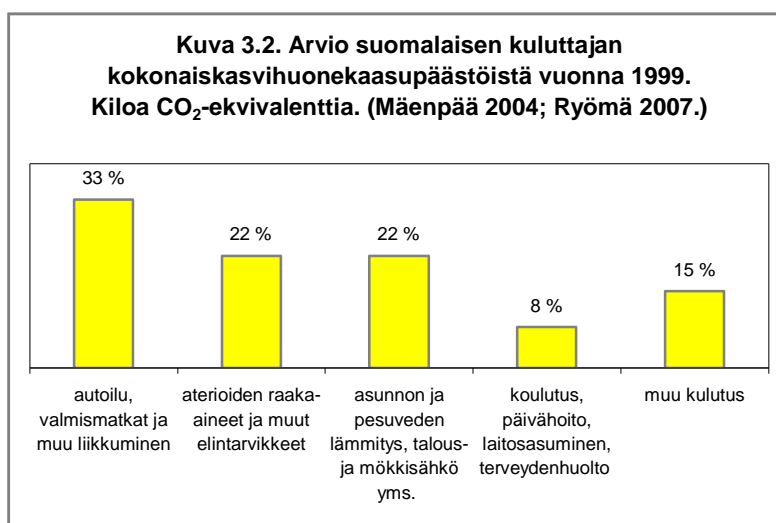
Nurmela (1996, ss. 163, 175- 176) mukaan vuonna 1990 suomalaisten kuluttajien ulkomaille suuntautuneisiin lentäen tehtyihin valmismatkoihin kului 44 386 TJ energiaa. Seuramatkojen tilauslennoilla ulkomaille matkustaneiden määrä oli vuonna 1990 kuitenkin 79 % *suurempi* kuin vuonna 1999 (Liikennetilastollinen vuosikirja 2000, s. 165). Tämän vuoksi luku 44 386 TJ kerrotaan kertoimella 0,56. (Oletuksena on, että matkojen keskipituus olisi säilynyt samana.) Tulokseksi saadaan, että valmismatkoihin olisi kulunut vuonna 1999 24 856 TJ energiaa.

Jokaista lentokoneen moottorissa palavaa terajoulea kohden syntyy noin 79 600 kiloa hiilidioksidia (Lewis 1997, ss. 16; Energiatilasto 2004, s. 24). Suomesta tehtyjen valmismatkojen yhteydessä olisi syntynyt täten 383 kg hiilidioksidia jokaista suomalaista kohden. Tämän lisäksi valmismatkoista aiheutui 766 kg hiilidioksidiekvivalentin verran kasvihuoneilmiötä kiihdyttäviä typenoksidi- ja vesihöyrypäästöjä yläilmakehään, jotka lisätään kokonaiskulutuksen loppusummaan 10 838 kg.

Taulukko 3.2 esittää edellä kuvatulla tavalla saatua arviota suomalaisen keskvvertokuluttajan kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä vuonna 1999. Taulukosta puuttuu muun lentämisen kuin valmismatkojen typenoksidi- ja vesihöyrypäästöjen aiheuttama ilmastovaikutus.

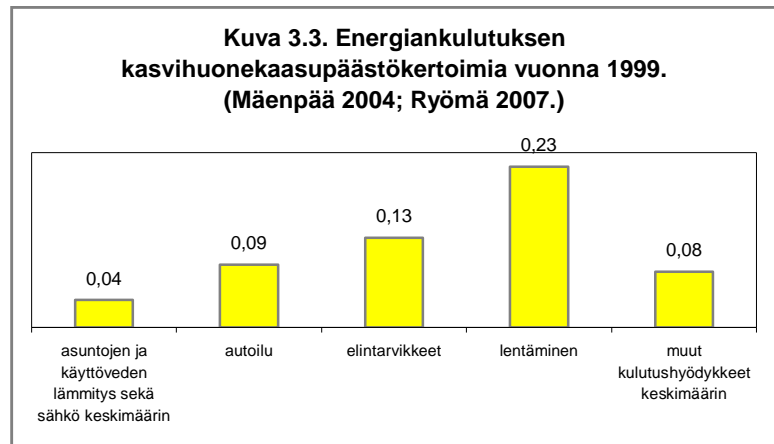
Taulukko 3.2. Arvio suomalaisen kuluttajan kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä vuonna 1999. Kiloa CO₂-ekvivalenttia. (Mäenpää 2004; Ryömä 2007.)	
autoilu (2226 kg), valmismatkat lentokoneella (1149 kg) ja muu liikkuminen (472 kg)	3847 kg
elintarvikkeet ja kodin ulkopuolella nautittujen aterioiden raaka-aineet	2586 kg
asunnon ja pesuveden lämmitys, taloussähkö, vesihuolto ja jätteiden keruu kiinteistöltä, pintaremontit, kesämökeillä kulutettu sähkö ja nestekaasu	2532 kg
koulutus ja terveydenhuolto, lasten päivähoito, vanhusten ja muiden erityisryhmien laitosasuminen sekä muut sosiaalipalvelut	945 kg
muu kulutus (sisältää muut kuin lentäen tehdyt valmismatkat)	1694 kg
Yhteensä	11604 kg

Liikkuminen aiheutti vuonna 1999 eniten kasvihuonekaasupäästöjä (kuva 3.2). Liikenteen kasvihuonekaasupäästöistä 58 % aiheutui henkilöautoilusta. Noin 30 % päästöistä aiheutui ulkomaille lentäen tehdyistä valmismatkoista. Vain reilu 10 % aiheutui muista joukkoliikennematkoista. (Kohta asunnon ja pesuveden lämmitys ja taloussähkö sisältää myös vesihuollon, jätteiden keruun kiinteistöltä, asuntojen pintaremontit sekä kesämökeillä kulutetun sähkön ja nestekaasun.)



3.4. Energiankulutuksen kasvihuonekaasupäästökertoimista

Kuva 3.3 esittää energiankulutuksen eri sektoreiden aiheuttamaa ilmasto-vaikutusta kulutettua energiayksikköä kohden laskettuna. Autoilun energiankulutuksen ilmasto-vaikutusta kuvaava luku on 0,09. Se tarkoittaa sitä, että kun autoilun primäärienergiankulutus megajouleina ³⁹ kerrotaan luvulla 0,09, saadaan autoilun aiheuttama kasvihuonekaasupäästöjen määrä ekvivalenttikiloina.



Muiden kulutushyödykkeiden kerroin koskee seuraavia tuotteita ja palveluita: alkoholi, tupakka, sanomalehdet, vaatetus, sisustus, kodinkoneet, televisiot, matkapuhelimet, puhelin-, posti- ja muu tietoliikenne, kirjat, tietokoneet, urheiluvälineet, lemmikkieläinten ruoka, kampaamo- ja parturikäynnit, pankkipalvelut sekä muut hyödykkeet, palvelut ja harrastukset. Ravintola-, kahvila-, ja hotellipalvelut eivät sisälly laskelmaan, eivätkä myöskään kesämökeillä kulutettu sähkö, koulutus, terveydenhuolto, päivähoido eikä laitosasuminen.

Eri energianlähteillä on kovin erilaiset kasvihuonekaasujen ominaispäästökertoimet. Joitain energianlähteitä käytettäessä syntyy erittäin paljon kasvihuonekaasuja vapautunutta energiamäärää kohden (turve ja kivihiili), joitain energianlähteitä käytettäessä kasvihuonekaasupäästöjä taas ei synny juuri lainkaan (vesi- ja ydinvoima).

Energianlähteiden erilaisten ominaispäästöjen lisäksi energian tuotantotavat eroavat toisistaan käytetyn teknologian energiatehokkuuden suhteen. Öljyllä voidaan tuottaa lämpöenergiaa uusinta teknologiaa edustavissa lämmityskattiloissa jopa 90- 95 prosentin hyötysuhteella (Rakentaja.fi-sivusto⁴⁰). Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannon hyötysuhde on Helsingin Energian Hanasaaren voimalaitoksessa noin 90 %, mutta sähkön erillistuotannon hyötysuhde vaihtelee kaasuturbiinilla tuotetun lauhdesähkön 32- 35 prosentista kivihiilellä tuotetun lauhdesähkön 35- 39 prosenttiin (Suomi ym. 2004, s. 14; Günther ym. 2005, s. 16; Hyytiä 2007, sähköpostiviesti⁴¹; Helsingin Energian Internet-sivusto⁴²).

Myös eri liikennevälineiden moottoritekniikoissa on huomattavia eroja. Raideliikenteessä käytetyn sähkömoottorin hyötysuhde on yleensä reilusti yli 90 % (Wikipedia-verkkotietosanakirja: Sähkömoottori). Sen sijaan bensiinikäyttöisen auton moottori pystyy hyödyntämään vain noin 25 % bensiinin sisältämästä energiasta (Laurikko 2007, sähköpostiviesti⁴³).

Asumisen alhainen kasvihuonekaasupäästökerroin liittyy siihen, että osa asumiseen liittyvästä energiasta tuotetaan alhaisen ominaispäästön omaavilla vesi- ja ydinvoimalla sekä maakaasulla. Lisäksi suuri osa asumiseen liittyvästä energiasta tuotetaan lämmön ja sähkön yhteistuotannolla, joka on

³⁹ 1 megajoule (MJ) = 0,2778 kWh (www.energia.fi > Ympäristötilastoja > Ympäristötilastoja > Muutokertoimet)

⁴⁰ www.rakentaja.fi > Lämmitys > Lämmitysjärjestelmät > Öljylämmitys > Yleistä tietoa öljylämmityskattiloista

⁴¹ asiantuntija Hille Hyytiä Motivasta 15.2.2007

⁴² www.helsinginenergia.fi > Sähkö > Sähkön alkuperä > Sähkön ja lämmön yhteistuotannon höydyt

⁴³ VTT:n asiakaspäällikkö Juhani Laurikko 9.3.2007

varsin energiatehokas tapa tuottaa sähkö- ja lämpöenergiaa. Myös biopolttoaineiden käyttö asuinrakennusten lämmityksessä laskee päästökerrointa.

Typpioksiduuli- ja metaanipäästöt syntyvät pääasiassa muun toiminnan kuin polttoaineiden käytön yhteydessä. Näiden päästöjen vuoksi elintarvikkeiden osuus kulutuksen kasvihuonekaasupäästöistä (22 %) on huomattavasti suurempi kuin niiden osuus kulutuksen primäärienergiankulutuksesta (13 %). Typpioksiduuli- ja metaanipäästöt lisäävät etenkin eläinkunnan tuotteiden ja riisin kasvihuonekuormaa (Carlsson-Kanyama 1998, ss. 282- 283). Metaania syntyy myös kaatopaikoille viedystä elintarvikejätteestä ja lemmikkieläinten ulosteesta (Partti 2007).

IV ASUMISEN JA PÄIVITTÄISEN LIIKKUMISEN VAIKUTUS KULUTTAJAN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖIHIN

"Kun moottoritien läheltä hakee (omakotitaloa), se on 5 minuuttia ja 10 kilsaa. Ja jokainen 10 kilsaa mitä sä meet edemmäksi, se hinta laskee niin paljon, että sä ostat uuden auton sillä erotuksella itsellesi." (Kirkkonummelainen haastateltava Pekkasen 1996 mukaan, s. 74).

4.1. Esimerkkilaskelmista tiedon tuottamisen, havainnollistamisen ja vaikutussuhteiden mallintamisen välineenä

Esimerkkilaskelmia käytetään usein havainnollistamaan esimerkiksi laskennallisen keskivertokansalaisen kulutuksen kokonaisrakennetta. Esimerkkilaskelmassa voidaan pyrkiä kuvaamaan myös johonkin tiettyyn kuluttajaryhmään kuuluvan yksilön tai kotitalouden arvioitua tyyppikulutusta. Esimerkiksi Motivan esitteissä on kuvattu uudessa omakotitalossa asuvan nelihenkisen perheen tyyppilliseksi arvioitua energiankulutusjakaumaa (esim. Puhdasta energian säästöä, s. 3). Esimerkkilaskelmia on käytetty myös havainnollistamaan kulutustottumusten vaikutusta sähkönkulutuksen kokonaismäärään (esim. Yksi tavallinen viikko vain, Motiva).

Tässä opinnäytetyössä pyritään mallintamaan vertailevan esimerkkilaskelman avulla liikenteeseen ja asumiseen liittyvän energiankulutuksen vaikutusta yksittäisen kuluttajan kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärään. Muodostetut mallit ovat energiankulutusmalleja monimutkaisempia, koska ne sisältävät energiankulutuksen ulottuvuuden lisäksi vielä toisen ulottuvuuden eli energian tuotannon (esim. sähköntuotanto) ja energian kulutuksen (esim. bensiinin kulutus) sekä myös liikennepolttoaineiden tuotannon (esim. bensiinin tuotanto) yhteydessä syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen määrän kulutettua energiaa kohden. Tämä toinen ulottuvuus on oleellisen tärkeä, koska kulutetun energian määrä ei korreloi suoraan kasvihuonekaasupäästöjen määrän kanssa (ks. luku 3.4).

Kulutustutkimuksen ja etenkin energiankulutustutkimuksen havaintoyksikkönä on ollut usein perhe, ruokakunta tai kotitalous. Myös autonkäyttömahdollisuutta on tutkittu yleensä kotitalouden tasolla eikä yksittäisen kuluttajan näkökulmasta. Kotitalouden käyttämiseen kulutustutkimuksen havaintoyksikkönä liittyy kuitenkin metodologisia ongelmia. Kotitalous sopii erityisen huonosti käytettäväksi vertailevan tutkimuksen havaintoyksikkönä, koska se johtaa väistämättä yksilöiden välillä vallitsevien erojen taustoittamiseen tutkimusaineistossa.

Yhden ja saman kotitalouden jäsenet voivat omata hyvinkin suuresti toisistaan poikkeavia elämäntapoja ja kulutustottumuksia. Lisäksi yksittäisen kotitalouden sisällä vallitsee usein hyvinkin suuria eroja esimerkiksi käytettävissä olevien tulojen suhteen. Suomessa ei ole lainsäädäntöä, joka velvoittaisi avio- ja avopuolisot jakamaan yhteenlasketut tulonsa puoliksi. (Tällainen tasajakopolitiikka ei myöskään todennäköisesti istuisi itse pärjäämistä ja yksilön omia valintoja ja vastuuta korostavaan kulttuuriimme.) Kotitalouden mahdolliset lapset ovat myöskään harvoin tasa-arvoisia neuvottelukumppaneita päätettäessä kotitalouden jäsenten pankkitilille ilmaantuvien tulojen käytöstä.

Myös ruotsalaisen liikkumistottumuksia tutkineen Vilhelmsonin mukaan kotitalouden käyttäminen havaintoyksikkönä yksittäisen liikkujan sijaan voi johtaa tulosten vääristymiseen. Esimerkiksi henkilöauto on ennen kaikkea henkilökohtainen kulkuneuvo, joka on enimmäkseen yhden ja saman talouden jäsenen yksityiskäytössä. Tällöin talouden muut jäsenet, jotka muodostavat usein enemmistön, ovat käytännössä ainakin osan viikosta ja osan vuorokaudesta kokonaan vailla autonkäyttömahdollisuutta. (Vilhelmson 1990, s. 11.)

4.2. Malli kulutuksen päästöjen muodostumisesta

Paul Ehrlichin ja John Holdrenin 1970-luvulla esittämän IPAT-mallin mukaan kansakunnan aiheuttama ympäristöön kohdistuva vaikutus voidaan johtaa alla olevasta kaavasta (Ehrlich ym. 1972, ss. 20, 43).

$$I = P * A * T$$

I = impact (ympäristövaikutus)

P = population (väestön koko)

A = affluence (kulutettujen hyödykkeiden määrä/kansalainen)

T = technology (tuotannon keskimääräinen ympäristövaikutus/hyödyke)

IPAT-malli muunnetaan tässä työssä kuvaamaan yksittäisen kuluttajan (consumer) aiheuttamaa ympäristövaikutusta jättämällä väestön kokoa kuvaava kerroin (P) pois:

$$I_c = A * T$$

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kuluttajan aiheuttamaa ilmastovaikutusta, joka saadaan kaavasta:

$$\text{ilmastovaikutus}_{\text{kuluttaja}} (I_c) = \text{kulutettu hyödyke kiloina tai litroina (A)} * \text{tuotannon ominaispäästökerroin (T)}$$

Tuotannon ominaispäästökerroin tarkoittaa hyödykkeen valmistuksen aiheuttamaa kasvihuonekaasupäästöä per kilo tai litra hyödykettä.

Kuluttajan päästöjä voidaan tarkastella paitsi materiaaliselta tasolta liikkeelle lähtien (esimerkiksi kulutetut bensiinilitrat) myös palveluiden eli aineettomien hyödykkeiden kautta:

$$\text{ilmastovaikutus}_{\text{kuluttaja}} = \text{kuljetuspalvelu (junamatka) kilometreinä} * \text{KHK-päästö/henkilökilometri}$$

Seuraavat kaavat kuvaavat kuluttajan asumisesta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen muodostumista:

ilmastovaikutus_{asunnon lämmitys} = asumisväljyys eli asukasta kohti laskettu pinta-ala * rakennuksen lämmitysjärjestelmän ominaisKHK-päästökerroin kiloina/m²

Rakennuksen lämmitysjärjestelmän ominaiskasvihuonekaasupäästökerroin saadaan seuraavasta kaavasta:

ominaispäästökerroin_{lämmitys} (kg/m²) = rakennuksen ominaisenergiankulutus⁴⁴ (kWh/m²) * lämmitystavan ominaispäästökerroin eli KHK-päästöjen määrä kiloina/kWh

ilmastovaikutus_{lämmön käyttövesi} = kulutetun lämpimän käyttöveden energiasisältö kilovattitunteina * käyttöveden lämmittämisen ominaispäästökerroin eli KHK-päästöjen määrä kiloina/kWh

ilmastovaikutus_{sähkölaitteiden käyttö} = sähkölaitteiden yhteiskulutus kilovattitunteina * sähköntuotannon ominaispäästökerroin eli KHK-päästöjen määrä kiloina/kWh

Yksittäisen sähkölaitteen kokonaissähkönkulutus saadaan kaavasta:

kokonaiskulutus_{sähkölaitteen käyttö} = (sähkölaitteen käyttöaika * sähkölaitteen käytönaikainen keskikulutus) + mahdollinen lepovirtakulutus

4.3. Vertailulaskelmassa käytetyt oletukset

Tässä luvussa esitettävää vertailevaa esimerkkilaskelmaa voidaan pitää eräänlaisena fiktiivisenä tapaustutkimuksena. Laskelma ei kerro olemassa olevien henkilöiden todellisen kulutuksen aiheuttamista päästöistä, vaan laskelman laatimisen tarkoituksena oli tutkia tiiviin yhdyskuntarakenteen ja tehokkaasti toimivan joukkoliikenteen käytön hyötyjä suhteessa hajanaiseen yhdyskuntarakenteeseen ja henkilöautolla tapahtuvaan työmatkapedelöintiin. Laskelmassa pyrittiin tämän vuoksi esittelemään kasvihuonekaasupäästöjen kannalta ikään kuin paras ja huonoin mahdollinen asumisen ja liikkumisen kombinaatio. Laskelman esimerkkihenkilöt eivät siten pyri jäljittelemään keskivertohelsinkiläistä tai keskivertonurmijärveläistä. Sen sijaan helsinkiläisen esimerkkihenkilön liikennetottumukset pyrittiin valitsemaan sellaiseksi, että ne edustaisivat tulevaisuudessa toivottavasti yleistyvää, vähäpäästöistä liikennekulttuuria.

Koska esimerkeistä haluttiin samalla myös realistisia, ne pyrittiin rakentamaan siten, että ne edustaisivat arkiliikkumisen ja asumisen osalta suhteellisten suurten ihmisjoukkojen tavanomaista elämäntapaa, joka tukeutuu tavanomaiseen, käytännössä toimivaksi havaittuun teknologiaan. Ympäristöä säästävemmän esimerkkitapauksen muodostamisen kriteerinä oli lisäksi se, että liikkumiseen käytet-

⁴⁴ Rakennuksen ominaisenergiankulutus on tässä sikäli harhaanjohtava termi, että kyseinen suure riippuu etenkin omakotitaloissa myös asukkaiden omista toimista, kuten lämmitystehon säädöstä (mikä tapahtuu esimerkiksi huonekohtaisten termostaattien avulla). Myös tuuletustottumukset vaikuttavat termostaattisäätöisen lämmitysjärjestelmän kokonaiskulutukseen.

tävä teknologia edustaisi tämän hetken parasta käytettävissä olevaa teknologiaa. Tästä syystä helsinkiläinen esimerkkihenkilö on laitettu liikkumaan metrolla ja junalla.

Vertailuasetelma muodostui edellä mainittujen kriteerien perusteella seuraavanlaiseksi: Molemmat esimerkkihenkilöt työskentelevät Helsingin kantakaupungissa. Toinen asuu kerrostalossa Helsingissä, toinen omakotitalossa Nurmijärvellä. Kerrostalo lämpiää kaukolämmöllä, omakotitalo suoralla sähkölämmityksellä. Molemmat esimerkkihenkilöt asuvat omistusasunnossa ja kolmen hengen taloudessa. (Tilastokeskuksen mukaan Uudenmaan maakunnan omakotitaloasuntojen keskimääräinen asukasluku on 2,83 henkeä, julkaisematon tilasto⁴⁵). Helsingiläisen esimerkkihenkilön asunto on neljänneksen pienempi kuin nurmijärveläisen esimerkkihenkilön asunto. Perusteluna on se, että asunnot ovat Helsingissä kalliimpia eli samalla hinnalla saa vähemmän neliöitä.

Monilla omakotitaloon muuttavilla on kaksi lasta. Omakotitaloa Helsingin seudun kehyskunnista etsivien perheiden lapset eivät ole kuitenkaan yleensä enää pikkulapsi-iässä, vaan jo vähän varttuneempia (Rytkönen 2006, puhelinhaastattelu⁴⁶). Lisäksi vanhemmat jäävät yleensä taloon asumaan myös lasten aikuistuttua. Esimerkiksi Pekkasen (1996, s. 134) haastattelemat Kirkkonummen haja-asutusalueille muuttaneet kokivat asumismuotonsa ihanteelliseksi kahdelle aikuiselle ja suunnittelivat asuvansa talossaan niin kauan kuin terveyttä ja voimia riittää. Lehtosen ja muiden (1996, s. 27) mukaan vain 63 % pääkaupunkiseudulle pendelöivistä pientalossa asuvista työikäisistä asui lapsiperheessä. Myös Nurmelan (1996, s. 185) mukaan huomattava osa maamme ns. tyhjän pesän talouksista⁴⁷ asuu omakotitalossa.

Vertailun oletusarvona on, että muu kuin päivittäiseen liikkumiseen ja asumiseen liittyvä kulutus (syöminen, lomailu, vaatetus, harrastukset ja kodin irtaimisto) on molemmilla esimerkkihenkilöillä vuoden 1999 keskitasoa. Poikkeuksen laskennallisesta keskivertosuomalaisesta muodostaa kuitenkin se, etteivät esimerkkihenkilöt opiskele lainkaan esimerkkivuoden aikana. He eivät myöskään käy päivähoitossa eivätkä käytä sairaalapalveluita, eikä heitä sijoiteta vankilaan tai muuhun laitokseen.

Lisäksi on oletettu, että molemmat kulkevat saman määrän viikoittaisia vapaa-aikaan ja asioiden hoitamiseen liittyviä matkoja (taulukko 4.1). Helsingiläinen esimerkkihenkilö käyttää liikkumisensa metroa ja junaa, nurmijärveläinen henkilöautoa. Taulukossa on pyritty ottamaan huomioon kaikki autossa olevat matkustajat. Tällöin autoilusta syntyvät ajokilometrit on jaettu kaikkien autossa matkaavien kesken. Lopuksi esimerkkihenkilöön kohdennetut kilometrit on summattu laskennallisen yksin autoilun kilometreiksi. Tällä menettelytavalla on haluttu huomioida se, että matkustajakohtaiset päästöt pienenevät huomattavasti auton täyttöasteen kasvaessa.

Taulukko 4.1. Esimerkkihenkilöiden viikoittaiset vapaa-ajan ja asiointimatkat	Helsingiläinen raideliikkuja (työmatkat metrolla, muut matkat osittain myös paikallisjunalla)	Nurmijärveläinen autoilija
erillinen vapaa-ajanmatka yhtenä arki-iltana viikossa	yhteen suuntaan 10 km (yhteensä 20 km)	yhteen suuntaan 10 km (yhteensä 20 km)
vapaa-ajan- tai asiointimatka lauantaina	12 km (24 km)	yhteen suuntaan 12 km (3 henkeä autossa) = 4 km/henki (yhteensä 8 km)
vapaa-ajanmatka sunnuntaina	20 km (40 km)	yhteen suuntaan 20 km (2 henkeä autossa) = 10 km/henki (yhteensä 20 km)
Yhteensä	84 km viikossa	48 km viikossa yksin autoilua

⁴⁵ Asuntokunnat 2004. Erillisissä pientaloissa asuvat asuntokunnat keskikoon mukaan 31.12.2004. Julkaisematon tilasto. Saatu yliaktuaari Elina Asplad-Huohvanaiselta 11.7.2006.

⁴⁶ Kiinteistömaailman aluejohtaja Tommi Rytkönen 28.7.2006

⁴⁷ =pariskunta, jonka lapset ovat muuttaneet pois

Laskelmassa oletetaan myös, että esimerkkihenkilöt tekevät vuosittain 3,5 edestakaista kotimaan lomamatkaa. Näiden matkojen on ajateltu suuntautuvan Keski-Suomeen. Helsingissä asuva esimerkkihenkilö kulkee lomamatkansa junalla, nurmijärveläinen taas henkilöautolla, jossa matkustaa yhteensä 3 henkeä. Esimerkkihenkilöiden muu lomailu muodostuu laivaristeilyistä ja lentäen tehdyistä valmismatkoista, joita he tekevät saman verran kuin suomalaiset keskimäärin vuonna 1999.

4.4. Asumisen kasvihuonekaasupäästöt

A. Helsingiläisessä kerrostalohuoneistossa

Vuotta 2003 voidaan pitää asuntojen lämmitystarpeen suhteen harvinaisen tavanomaisena vuotena Helsingissä, sillä Tilastokeskuksen mukaan kyseisen vuoden lämmityskauden sääolot Helsingin Kaupungin alueella poikkesivat vain 1 prosentin vuosien 1971–2000 keskiarvosta (Energia-tilasto 2004, s. 81). Helsingin Energia möi vuonna 2003 yhteensä 9814 helsinkiläiseen asuinkerrostaloon kaiken kaikkiaan 3734 gigavattituntia kaukolämpöä, josta noin 30 % kului asukkaiden käyttöveden lämmitykseen (Pulliainen 2006, sähköpostiviesti⁴⁸).

Helsingiläisessä asuinkerrostalossa on keskimäärin noin 28,5 asuntoa, 1565 asuineliötä ja 45 vakinaista asukasta (julkaisematon tilasto⁴⁹). Noin 92,5 prosentissa asunnoista asuttiin vakinaisesti vuonna 2003 (Aluesarjat-tilastotietokanta⁵⁰). Täten vakinaisesti asutuissa asunnoissa kului kaukolämpöä asunnon ja kiinteistön yhteistilojen lämmittämiseen yhtä asuntoa kohden 9120 kWh ja käyttöveden lämmittämiseen 4550 kWh⁵¹. Yksi vakinainen kerrostaloasukas kulutti lämmintä vettä noin 2677 kWh:n edestä vuodessa.

Lämpimän veden kulutus voi vaikuttaa suurelta, mutta kuopiolaisissa vuosina 1980–1989 rakennetuissa kaukolämmön piirissä olevissa omakotitaloissa kulutus oli kutakuinkin samaa suuruusluokkaa eli 2400 kWh/henki (julkaisematon tilasto⁵²). Lämpimän veden tuottaminen asuntokohtaisella sähkövaraajalla (menetelmä, jota käytetään usein omakotitaloissa) lienee huomattavasti energiatehokkaampaa, etenkin jos asunnossa asuu monta henkeä. Esimerkiksi Haapakosken ja Ruskan mukaan (1998, s. 28) Jyväskylässä sijaitsevassa kolmen hengen omakotitaloudessa kuluu lämpimän veden tuottamiseen vain noin 1000 kWh/asukas. Yhden hengen omakotitaloudessa kuluu varaajahäviöiden vuoksi kuitenkin jo lähes kaksinkertainen määrä (1900 kWh).

Helsingissä asuvilla oli vuonna 2001 käytettävissään keskimäärin noin 33 asuineliömetriä henkeä kohden. Asuineliöiden määrä laski kuitenkin jyrkästi talouden koon kasvaessa. Toisaalta omistusasunnossa asuvat helsinkiläiset asuivat 12 % laskennallista keskiarvoa väljemmin ja heidän asuntonsa oli keskimäärin 32 % tilavampi kuin vuokralla asuvien asunto. (Asuminen ja Helsingin alueet 2003, ss. 16–17.) Esimerkkihenkilön perheen asunnon kooksi valittiin edellä esitettyä soveltaen 90 neliötä.

⁴⁸ Helsingin Energian tekninen asiantuntija Kauko Pulliainen 22.6.2006

⁴⁹ Helsingin asuinkerrostalot 31.12.2005. Excel-tilaus. Saatu yliaktuaari Pekka Vuorelta Helsingin kaupungin tietokeskuksen tilasto- ja tietopalveluyksiköstä 2.6.2006.

⁵⁰ www.aluesarjat.fi > Helsinki Espoo ja Vantaa osa-alueittain > Asuntokanta > H2. Helsingin asuntokanta talotyyppien, hallintaperusteiden ja käytössäälojen tilanteen mukaan alkaen 31.12.2002

⁵¹ Laskelmassa on oletettu, että ei vakinaisesti asutuissa asunnoissa kuluu keskimäärin 80 % vähemmän lämmintä vettä kuin vakinaisesti asutuissa asunnoissa.

⁵² Omakotitalon keskimääräisiä energiankulutuksia, 925 talon kaukolämmön vuosien 1995–2004 keskiarvo. Kuopion Energia. Excel-tilaus. Saatu markkinointitekniikka Heikki Vihoselta 8.11.2005.

Aiemmin esitettyjen lukujen perusteella voidaan laskea, että kerrostalokiinteistön lämmitykseen kului esimerkkihenkilön perheen osalta 14 940 kWh vuodessa. (Kerrostaloasunnon lämmitys sisältää tässä laskelmassa myös porrashuoneen ja talon muiden yleisten tilojen sekä mahdollisten kivijalan liikehuoneistojen lämmityksen.) Käyttöveden lämmitykseen kului lisäksi kolmelta hengeltä yhteensä 8031 kWh.

Helsingin kerrostaloasunnot ja niiden lämmin käyttövesi lämmitetään lähes poikkeuksetta kaukolämmöllä. Helsingin Energia tuottaa kaukolämpönsä nykyisin kivihiilellä ja maakaasulla sekä jäteveden lämmön talteenotolla. Kaukolämpö tuotetaan yhteistuotantona siten, että tuotannossa syntyy myös sähköä. Kun ulkoilman lämpötila laskee 3–5 pakkasasteeseen, yhteistuotantolaitosten kapasiteetti ei enää riitä, vaan Helsingissä otetaan käyttöön maakaasulla käyvät huippulämpökeskukset sekä tarvittaessa myös Salmisaaren kivihiilikeskus tai raskasöljykeskukset. Nämä laitokset tuottavat pelkästään lämpöä. Vuonna 2006 Helsingin Energian kaukolämpö tuotettiin 54-prosenttisesti kivihiilellä ja 42-prosenttisesti maakaasulla. Loput 4 % tuotettiin raskaalla polttoöljyllä. (Pyykkönen 2007a ja 2007b.)

Vuonna 2004 Helsingin Energian tuottaman kaukolämmön ominaispäästöt olivat 0,2 kg hiilidioksidia/kWh, mikä vastaa 0,206 kg hiilidioksidiekvivalenttia/kWh (Huuska 2007, sähköpostiviesti⁵³; ks. myös Heljo ja Laine 2005, s. 52). Luku on laskettu hyödynjakomenetelmällä, jota pidetään nykyisin parhaana tapana jakaa lämmön ja sähkön yhteistuotannolla saavutetut edut tuotetun kaukolämmön ja sähkön kesken (Suomi ym. 2004, s. 14; Heljo ja Laine 2005, s. 57). Tässä menetelmässä yhteistuotannolla saavutettava synergiahyöty jakautuu tasapuolisesti molemmille tuotteille, sekä lämmölle että sähkölle (Liikanen 1999, ss. 37, 69, 73).

Kolmihenkilisen esimerkkitalouden asunnon ja pesuveden lämmityksestä syntyy yhteensä 4732 kg hiilidioksidiekvivalenttia vuodessa eli 1577 kg henkeä kohden.

Helsingin Energian mukaan Helsingin kerrostaloasunnoissa kului kotitaloussähköä vuonna 2003 asuntoa kohden keskimäärin 2025 kWh vuodessa (julkaisematon kulutusseurantataulukko⁵⁴). Tästä eteenpäin kerrostaloasunnoissa käytetystä kotitaloussähköstä käytetään nimitystä 'laitesähkö'⁵⁵ vastakohtana termille 'lämmityssähkö'⁵⁶. Jos oletetaan, että ei vakinaisesti asutuissa asunnoissa kului sähköä puolta vähemmän kuin muissa, vakinaisesti asutuissa asunnoissa kului silloin 2085 kWh vuodessa⁵⁷. Helsingiläisessä kerrostaloasunnossa kului vuonna 1991 1730 kWh sähköä. (Rouhiainen 1993, s. 70.) Sähkönkulutus olisi siis lisääntynyt noin 21 % vuoden 1991 tasosta.

Kolmihenkinen helsinkiläinen kerrostalossa asuva kotitalous kulutti vuonna 1991 2436 kWh laitesähköä (Rouhiainen 1993, s. 70). Kulutuksen 21 prosentin kasvu huomioiden voidaan arvioida, että kolmihenkinen talous käytti vuonna 2003 2948 kWh laitesähköä. Kerrostalon yleisten tilojen kiinteistösähkön⁵⁸ kulutuksen oletetaan lisäksi olevan 6,6 kWh/asuinneliö. Kolmihenkinen talous kulutti siten kiinteistöllä yhteensä 3542 kWh laite- ja kiinteistösähköä vuodessa.

⁵³ Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ympäristösuunnittelija Petteri Huuska 19.3.2007

⁵⁴ Sähkön käyttö Helsingissä vuonna 2003. Excel-taulukko. Saatu Helsingin Energian erikoistutkijalta Kalevi Havukaiselta 9.6.2006.

⁵⁵ Termiä laitesähkö käytetään tässä merkityksessä 'kodinkoneiden, valaisinten, mahdollisen koneellisen ilmastoinnin sekä muiden sähkölaitteiden kuluttama sähkö'.

⁵⁶ Termiä lämmityssähkö käytetään tässä opinnäytetyössä merkityksessä 'asuintilojen ja käyttöveden lämmitykseen kulunut sähkö'.

⁵⁷ Tämä tekee asukasta kohden 1227 kWh vuodessa, sillä vakinaisesti asutun kerrostaloasunnon asukasluku on keskimäärin 1,7.

⁵⁸ hissi, rappukäytävän ja pihan valaistus, pesutupa ja talosauna

Heljon ja Laineen (2005) sähköntuotannon päästölaskennan kulutusrakennemenettelyssä Suomen sähköntuotantokapasiteetti on jaettu kolmeen teholuokkaan: perus-, väli- ja huipputehoon. Helsinkiläisen esimerkkitalouden käyttämän laite- ja kiinteistösähkön arvioidaan tässä opinnäytetyössä sijoittuvan sähköntuotannon perusluokkaan, koska laitesähköä kuluu lähinnä vuodenajasta riippumattomiin toimintoihin, kuten kylmälaitteisiin, ruuanlaittoon, astianpesuun ja vaatehuoltoon sekä tietokoneeseen ja televisioon (esim. Rouhiainen 1993, s. 71).⁵⁹ Tästä poikkeuksena vain valaistus, jonka päästöt laskettiin välitehoalueen kertoimella 0,46 CO₂-ekvivalenttia/kWh (ks. s. 34). Valaistukseen kuluu Helsingin Energian kulutuslaskurin⁶⁰ mukaan tämääntyypiseltä kotitaloudelta 705 kWh vuodessa.

Sähköntuotannon perusteho tuotetaan Suomessa lähinnä ydin- ja vesivoimalla sekä kaukolämpöön liitettyjen kiinteistöjen lämpimän käyttöveden tuottamisen yhteydessä syntyvällä sähköllä. Perustehon ominaispäästökertoimen arvioidaan olevan vain 0,112 kg CO₂-ekvivalenttia/kWh. (Heljo ja Laine 2005, ss. 53, 56.) Koska ominaispäästöarvo 0,112 on huomattavan pieni, ja koska aihetta on tutkittu vasta vähän, käytetään tässä opinnäytetyössä varmuuden vuoksi 50 % suurempaa ominaispäästöarvoa 0,168 kg CO₂-ekv/kWh. Asunnon valaistuksesta (705 kWh/y) aiheutuu päästöjä 324 kg vuodessa. Muun laitesähkön käytöstä (2837 kWh/y) syntyi 477 kg hiilidioksidiekvivalenttia vuodessa.

Laitesähkön kulutuksen vuosittaiseksi päästökseen saadaan täten 324 kg + 477 kg eli 801 kg hiilidioksidiekvivalenttia vuodessa. Tämä tekee 267 kiloa henkeä kohden. Helsinkiläisen esimerkkihenkilön vuotuiset päästöt kotona kuluva energiasta ovat siten seuraavat:

- asunnon ja pesuveden lämmitys: 1577 kg
- laitesähkön käyttö: 267 kg
- Yhteensä: 1844 kg CO₂-ekvivalenttia vuodessa.

B. Nurmijärveläisessä omakotitalossa

Tässä esimerkkilaskelmassa käytetään sähkölämmitettävää omakotitaloa, koska sähkölämmitys on edelleen ylivoimaisesti suosituin omakotitalojen lämmitysmuoto. Uusistakin taloista 62 % lämpiää pääosin sähköllä. Puulla tai puupelleteillä lämpiää vain 7 %, sähkökäyttöisillä maalämpöpumpuilla 12 % uusista omakotitaloista. (Tilastokeskuksen julkaisematon tilasto⁶¹.)

Uudenmaan omakotitaloissa asuvien asuinväljyys on 40 neliötä/asukas (Tilastokeskuksen julkaisematon tilasto⁶²). Kolmihenkisellä perheellä olisi siten käytettävissään keskimäärin 120 neliötä.

Uudenmaan omakotitalojen ikäjakauma oli vuonna 2003 taulukon 4.2 mukainen (Rakennukset, asunnot ja asuinolot 2003, ss. 32- 34).

Uudenmaan tai Etelä-Suomen omakotitalojen energiankulutuksesta ei ole olemassa tilastoja eikä kattavia tutkimuksia. Tässä opinnäytetyössä

Taulukko 4.2. Uudenmaan omakotitalojen ikäjakauma 31.12.2003 (Tilastokeskus 2004).	
vuosina 1990–2003 rakennettuja	23 %
1980-luvulla rakennettuja	21 %
1970-luvulla rakennettuja	13 %
1960-luvulla rakennettuja	11 %
1950-luvulla tai aiemmin rakennettuja	31 %

⁵⁹ Taustalla on ajatus, että esimerkkitalouden ulkolämpötilasta pitkälti riippumaton sähkönkäyttö ei juurikaan aiheuta piikkejä Suomen sähkönkulutukseen.

⁶⁰ www.helsinginenergia.fi > Sähkö > Kotitaloudet > Arvioi kulutuksesi

⁶¹ Myönnetty rakennusluvat lämmönlähteen ja lämmitystavan mukaan vuonna 2005. Taulukko 103U. Saatu aktuaari Paula Salmiselta 8.12.2006.

⁶² Asuntokunnat 2004. Erillisissä pientaloissa asuvat asuntokunnat keskikoon mukaan 31.12.2004. Julkaisematon tilasto. Saatu yliaktuaari Elina Aspblad-Huohvanaiselta 11.7.2006.

turvaudutaan sen vuoksi Helsingin Energian sähkönkulutuslaskurin⁶³ antamiin arvioihin. Laskuri perustuu Helsingin Energian 1980-luvulla tekemään 1000 omakotitaloa käsittävään tutkimukseen sekä Imatran Voima Oy:n koerakentamisprojektin (Haapakoski ja Ruska 1998) tuloksiin (Roiha 2007, sähköposti⁶⁴).

Helsingin Energian kulutuslaskuria testattiin pistokokeenomaisesti vertaamalla laskurin 1980-luvun taloille antamia kulutuslukemia Melasniemi-Uutelan vuonna 1992 julkaisemaan tutkimukseen, jonka aineistona oli noin 300 kpl 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa rakennettua uusmaalaista omakotitaloa. Laskurin antamat lukemat eivät poikenneet oleellisesti Melasniemi-Uutelan saamista lukemista.

Laskurin mukaan Helsingin Energian toimialueella sijaitsevassa sähköpattereilla lämpiävässä omakotitalossa kuluu energiaa lämmitykseen taulukon 4.3 mukaisesti. Lisäksi kolmen asukkaan lämpimään käyttöveteen kuluu asuntokohtaisella sähkövaraajalla tuotettuna keskimäärin 1000 kWh henkeä kohden eli 3000 kWh (Haapakoski ja Ruska 1998, s. 28), mikä ei sisälly taulukon lukuihin.

Taulukossa on oletettu, että vuoden 1980 jälkeen rakennetut talot on varustettu poistoilman lämmön koneellisella talteenotolla. Lisäksi on oletettu, että asunnossa kulutetaan 5365 kWh laitesähköä⁶⁵ vuodessa, mikä ei myöskään sisälly taulukon lukemiin.

Taulukko 4.3. 120-neliöisen Uudellamaalla sijaitsevan omakotitalon lämmityksen sähkönkulutus rakennusajankohdan mukaan (Helsingin Energian kulutuslaskuri).

1990-luku	8713 kWh
1980-luku	9884 kWh
1970-luku	15 914 kWh
1960-luku	21 235 kWh
1950-luku tai aiemmin rakennetut	26 557 kWh

Kun kulutuslaskurin arviot suhteutetaan Uudenmaan omakotitalokannan ikäjakaumaan, saadaan tulokseksi, että 120 neliön suuruudessa keskimääräisessä uusmaalaisessa omakotitalossa kuluisi sähköä huonetilojen lämmitykseen 16 884 kWh vuodessa, jos talo lämpiää suoralla sähkölämmityksellä. Kolmen asukkaan lämpimään käyttöveteen kuluu lisäksi yhteensä 3000 kWh. Lämmitykseen ja lämpimään käyttöveteen kuluu yhteensä 19 884 kWh, mikä vastaa öljylämmitystalon 1988 litran vuosikulutusta.

Helsingin Energian kulutuslaskuriin perustuvasta tuloksesta voidaan päätellä, että suomalainen talotekniikka on eurooppalaisittain erittäin energiataloudellista. Vaikka Saksan ilmasto on merkittävästi Suomen ilmastoa leudompi, tyypillisessä saksalaisessa 120 neliömetrin suuruudessa omakotitalossa näyttäisi kuluvan lähes 20 % *enemmän* energiaa asuintilojen lämmittämiseen kuin tämän opinnäytetyön Uudellamaalla sijaitsevassa esimerkkitalossa (KlimaAktiv-verkkosivusto⁶⁶).

Omakotitaloasunnoissa kuluu enemmän laitesähköä kuin kerros- tai rivitaloasunnoissa (Melasniemi-Uutela 1994, ss. 10, 17). Uudellamaalla sijaitsevilla 1970-luvun öljykriisien jälkeen rakennetuissa omakotitalossa asuvat nelihenkiset taloudet kuluttivat vuonna 1991 keskimäärin 82 % enemmän laitesähköä kuin helsinkiläisessä kerrostalossa asuvat nelihenkiset taloudet. (Melasniemi-Uutela 1993, s. 23; Rouhiainen 1993, s. 42, 71.) Koska aiheesta ei löytynyt tuoreempaa tutkimustietoa, tässä laskelmassa turvaudutaan arvioon, että uusmaalaisessa omakotitalossa laitesähköä kuluu edelleen 82 % enemmän kuin helsinkiläisessä kerrostalossa. Nurmijärveläisessä omakotitalossa asuva perhe kuluttaisi siten 5365 kWh laitesähköä vuodessa. Esimerkkitalossa käytetään sähkösaunaa ja kahta auton lohkolämmitintä.

⁶³ www.helsinginenergia.fi > Sähkö > Kotitaloudet > Arvioi kulutuksesi

⁶⁴ Helsingin Energian tuotepäällikkö Jarmo Roiha sähköpostilla 12.12.2006 ja 11.1.2007.

⁶⁵ Termiä 'laitesähkö' käytetään tässä 'lämmityssähkön' vastakohtana eli merkityksessä 'kodinkoneiden, valaisinten, mahdollisen koneellisen ilmastoinnin sekä muiden sähkölaitteiden kuluttama sähkö'.

⁶⁶ www.klima-aktiv.com > Werden Sie KlimaAktiv! > KlimaAktiv sein - was bedeutet das? > Wie sieht die CO₂-Emissionsbilanz einer typischen Familie aus?

Heljon ja Laineen kulutusrakennemallissa Suomen sähköntuotantokapasiteetti on jaettu kolmeen teholuokkaan: perus-, väli- ja huipputehoon. Sähköntuotannon perusteho tuotetaan Suomessa pitkälti ydin- ja vesivoimalla, minkä vuoksi sen ominaispäästökertoimen arvioidaan olevan vain 0,112 kg CO₂-ekvivalenttia/kWh. Väliteho tehdään pitkälti suuren hyötysuhteen omaavissa yhteistuotantolaitoksissa, joissa tuotetaan samanaikaisesti sekä kauko- tai prosessilämpöä että sähköä. Välitehon ominaispäästökertoimen arvioidaan olevan 0,46 kg CO₂-ekvivalenttia/kWh. Huipputeho tuotetaan pääasiassa huonon hyötysuhteen omaavissa lauhdevoimaloissa, minkä vuoksi huipputehon ominaispäästökertoimen on 0,87 CO₂-ekvivalenttia/kWh. Mallissa on oletettu, että huipputehon tuottamiseen käytetty lauhdevoima tuotetaan kivihiilellä⁶⁷. (Heljo ja Laine 2005, ss. 4, 53.)

Heljo ja Laine (2005, s. 56) arvioivat, että sähkölämmityksen sekä sähkövaraajalla tuotetun lämpimän käyttöveden ominaispäästöt olisivat keskimäärin noin 0,4 kg CO₂-ekvivalenttia/kWh⁶⁸. Sähkölämmityksen muuta sähköä huomattavasti suurempi ominaispäästökertoimen johtuu siitä, että sähkölämmitys aiheuttaa kylmien säiden aikaisia kulutushuippuja, ns. tehopiikkejä, jotka johtavat sähkönsyyn nousuun. Näitä kulutushuippuja ei ole taloudellista hoitaa ydin- tai vesivoimalla, vaan lisäsähkö tuotetaan suuremmat ominaispäästöt omaavilla menetelmillä.

Heljon ja Laineen mallissa on tarkasteltu asuintilojen ja käyttöveden sähkölämmityksen sähkönkulusta vuositason kuukausittain ja osittain tarkemminkin. Mallissa oletetaan, että 30 % omakotitalon asuintilojen ja käyttöveden lämmityksen aiheuttamasta sähkönkulutuksesta syntyy perustehoalueella tuotetun sähkönsyyn käytöstä ja 60 % välitehoalueella tuotetun sähkönsyyn käytöstä. Loput 10 % syntyisi eniten päästöjä aiheuttavan, huipputehoalueella tuotetun sähkönsyyn käytöstä. (Heljo ja Laine 2005, ss. 4, 56.)

Asunnon ja pihan valaistuksen (1125 kWh/y) sekä auton lohkolämmittimien (2 * 200 kWh/y) päästöjen laskemiseen käytetään välitehoalueen ominaispäästökertoimena 0,46 kg CO₂-ekvivalenttia/kWh. (Lohkolämmittimien päästöt katsotaan tässä laskelmassa autoilun eikä asumisen päästöiksi.) Muun kotitaloussähkönsyyn ominaispäästön oletetaan olevan 0,168 kg hiilidioksidiekvivalenttia/kWh (ks. s. 32).

Esimerkkiomakotitalon huonetilojen ja käyttöveden lämmityksen aiheuttamaksi vuosipäästökseen saadaan edellä esitetyn perusteella 7954 kg hiilidioksidiekvivalenttia vuodessa eli 2651 kg/henki. Asunnon ja pihan valaistuksesta aiheutuu päästöjä 518 kg vuodessa. Auton lohkolämmittimien (2 * 200 kWh) päästökseen saadaan 184 kg vuodessa eli 92 kg/autoilija. Talouden muusta sähkönsyyn käytöstä (3840 kWh) aiheutuu lisäksi 645 kg hiilidioksidiekvivalenttia vuodessa. Laitesähkönsyyn kulutuksen vuosittaiseksi päästökseen saadaan täten 518 kWh + 645 kWh = 1163 kg hiilidioksidiekvivalenttia vuodessa. Tämä tekee 388 kiloa henkeä kohden. Nurmijärveläisen esimerkkihenkilön vuotuiset päästöt kotona kuluva energiasta ovat siten seuraavat:

- asunnon ja pesuveden lämmitys: 2651 kg
- laitesähkönsyyn käyttö: 388 kg.
- Yhteensä: 3039 kg CO₂-ekvivalenttia vuodessa.

Edellä todettiin, että uusmaalaiset omakotitaloissa asuvat perheet kuluttavat lähes kaksi kertaa enemmän laitesähköä kuin samankokoiset kerrostaloissa asuvat perheet. Yhtenä syynä suureen eroon saattaisi olla se, että uudemmissa omakotitaloissa on yleensä koneellinen poistoilman lämmön talteenotto, jonka kulutus on tyypillisesti luokkaa 1000–1300 kWh vuodessa (esim. Rouhiainen 1993, s. 42). Lisäksi omakotitaloissa on usein ahkerassa käytössä oleva sähkösauna (Melasniemi-Uutela 1992, s. 35; Virtanen 1991, s. 17; Melasniemi-Uutela 1993, ss. 27, 39). Omakotitaloissa on usein myös asuntokohtainen pihavalistus (Rouhiainen 1993, ss. 5–7).

⁶⁷ Kivihiilen ominaispäästö 0,87 kg hiilidioksidiekvivalenttia/kWh on pienempi kuin turpeen, mutta suurempi kuin maakaasun.

⁶⁸ Tästä päästöstä 98 % on hiilidioksidia ja loput 2 % muita kasvihuonekaasuja.

On myös lukuisia joukko muita mahdollisia syitä suureen eroon sähkönkulutuksessa. Auton lohkolämmittimen käyttö lienee huomattavasti yleisempää Uudenmaan omakotitaloissa kuin Helsingin kerrostaloissa, koska Helsingin kerrostaloasukkaat omistavat harvemmin auton/autoja. Omakotitalot sijaitsevat myös kerrostaloja kauempana päivittäistavarakaupoista, joten niissä tarvitaan enemmän kylmälaitteita ruoan säilytystä varten. Lisäksi omakotitaloasuntoihin mahtuu enemmän ja suurempia kodinkoneita, televisioita ja tietokoneita kuin ahtaammin asuttuihin kerrostaloasuntoihin. Sama pätee valaistukseen.

4.5. Päivittäisen liikkumisen kasvihuonekaasupäästöt

Työmatkat tilastoidaan Suomessa linnuntie-etäisyyksinä. Helsinkiläisellä esimerkkihenkilöllä on keskimääräinen 10 kilometrin pituinen yhdensuuntainen työmatka, jonka hän kulkee metrolla. Harmaajärven ja muiden (2001, s. 15) mukaan suomalaisten todellinen matkapituus on keskimäärin 30 % linnuntie-etäisyyttä suurempi, joten helsinkiläisen esimerkkihenkilön todellisen matkapituuden on oletettu olevan 13 kilometriä. Tiivis kaupunkirakenne mahdollistaa sen, että esimerkkihenkilö voi hoitaa viikoittaiset työ- asiointi- ja vapaa-ajanmatkansa helsinkiläiselle tyypilliseen tapaan eli julkisilla kulkuvälineillä, kävellen ja pyöräillen.

Suurin osa Helsingin moottoriliikennematkoista tehtiin vuonna 2002 joukkoliikennevälineillä (EMTA Barometer of Public... 2004, s. 9). Suurin osa Helsingin joukkoliikenteestä on raitieliikennettä (metro, raitiovaunu, lähijuna). Metro edustaa kasvihuonekaasupäästöjen suhteen tämän hetken parasta joukkoliikenneteknologiaa. (VR ympäristöraportti 2003, s. 40; Ympäristöraportti 2005, ss. 11, 16.)

Helsingin kaupungin liikennelaitoksen mukaan metrojunat kuluttivat vuonna 2005 noin 40,6 GWh sähköä. Metro- ja sähkönsyöttöasemilla kului lisäksi noin 21 GWh sähköä. Metroasemien lämmittämiseen kului noin 7,4 GWh kaukolämpöä. Helsingin metrolla ajettiin noin 409 miljoonaa henkilökilometriä vuonna 2005. (Ympäristöraportti 2005, ss. 15- 18.)

Ominaispäästökertoimella 0,168 kg CO_{2-ekv}/kWh laskettuna metroliikenteen sähkönkäytöstä aiheutui vuonna 2005 0,025 kg CO_{2-ekv} jokaista kuljettua henkilökilometriä kohden. Lisäksi metroasemien lämmityksestä aiheutuu 0,0037 kg CO_{2-ekv}/hlökm. Metromatkustuksen kokonaispäästöt olivat siten yhteensä 0,0287 kg CO_{2-ekv}/hlökm. Helsinkiläisen esimerkkihenkilön vuoden työmatkoista (46 viikkoa * 130 henkilökilometriä = 5980 henkilökilometriä) syntyisi siten noin 172 kg hiilidioksidia. Lisäksi hänen muusta liikkumisestaan (84 km * 51 viikkoa⁶⁹ = 4284 km) syntyisi vuosittain noin 123 kg hiilidioksidia. Viikoittaisista matkoista syntyisi siten vuodessa yhteensä noin 295 kg hiilidioksidia.

Toinen esimerkkihenkilö käy töissä Helsingissä Nurmijärveltä käsin, jolloin yhdensuuntaisen työmatkan pituudeksi tulee 40 kilometriä. Hän kulkee töihin henkilöautolla ilman kanssamatkustajia. Matkasta 30 km on moottoritietä, jonka ominaiskulutuksena on käytetty 8 l/100 km, 5 km kaupunkiajoa (10 l/100 km) ja loput 5 km maantieajoa (6 l/100 km). Päivittäisellä edestakaisella työmatkalla kuluu siten yhteensä 6,4 litraa bensiiniä.

Suomessa valmistettavan bensiinin ominaispäästö on Neste Oyj:n mukaan 2,35 kg hiilidioksidia/litra (Reformuloidun bensiinin... 2002). Lisäksi bensiinin tuotantoon käytetyn raakaöljyn porauksesta, pumppauksesta, esikäsitteystä ja kuljetuksesta sekä raakaöljyn jalostamisesta bensiiniksi ja bensiinin jakelusta syntyy kasvihuonekaasupäästöjä arviolta keskimäärin 0,38 kg/litra. Edellä mainitut luvut eivät sisällä öljynporaustornien ja -lauttojen sekä öljyputkien ja -tankkereiden sekä huoltoasemien rakenta-

⁶⁹ Laskelmassa oletetaan, että henkilöllä on sairaspäiviä yhteensä viikko vuodessa, jolloin ei matkusteta minnekään.

misesta aiheutuvia päästöjä eivätkä ilmeisesti myöskään öljy-yhtiöissä työskentelevien ihmisten työtilojen, tietokoneiden, työhön liittyvän paperinkulutuksen jne. aiheuttamia päästöjä. (Edwards ja Larivé 2007, ss. 7, 13- 18.)

Edellä esitettyjen tietojen perusteella voidaan laskea, että vuoden työmatkoista (18 400 km) syntyy (1472 litraa bensaa * 2,73 kg hiilidioksidia) noin 4019 kg hiilidioksidia. Lisäksi viikoittaisista asiointi- ja vapaa-ajanmatkoista syntyy vuodessa (51 viikkoa * 48 km maantieajoa = 2448 km) = 147 litraa = noin 401 kg hiilidioksidia. Päivittäisiin matkoihin liittyvästä bensiininkäytöstä syntyy siten yhteensä noin 4420 kiloa kasvihuonekaasupäästöjä vuodessa.

Nurmijärveläisen esimerkkihenkilön auton vuosittainen kilometrisuorite on 26 184 km. Tämä on aika vähän, jos sitä vertaa pääkaupunkiseudulle kehyskunnista pendelöivien keskimääräiseen vuotuiseseen ajosuoritteeseen vuonna 1994, joka oli Lehtosen ja muiden (1996, s. 38) tutkimuksessa yli 30 000 km. Lehtosen tutkimuksen ajosuoritteessa on kuitenkin mukana myös mökinomistajien mökkimatkoja. Tämän laskelman esimerkkihenkilöllä ei ole kesämökkiä.

Dieselkäyttöisellä autolla ajaminen tuottaa moottoritiellä 7 % vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä mutta kaupunkiajossa päästöjä syntyy vastaavasti 4 % enemmän kuin bensiinikäyttöisellä autolla ajettaessa. Jos Nurmijärvellä asuva esimerkkihenkilö ajaisi dieselautoa, hänen polttoaineenkulutuksen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt olisivat 4168 kg vuodessa, mikä on vain noin 6 % vähemmän kuin bensiinikäyttöisellä autolla ajettaessa.

Dieselauto kuluttaa bensiinikäyttöistä autoa vähemmän polttoainetta, mutta dieselöljyn käytöstä ja valmistuksesta syntyy enemmän hiilidioksidipäästöjä kuin bensiinin käytöstä. Yhden dieselöljylitran palaessa syntyy 2,68 kg hiilidioksidia (Energiatilasto 2006, s. 23; ks. myös Lewis 1997, s. 46). Dieselin tuotannon ja jakelun päästöt ovat lisäksi 0,483 kg/litra. (Edwards ja Larivé 2007, ss. 13–18.) Yhteensä yhden dieselöljylitran käytöstä syntyisi siten yhteensä 3,16 kiloa hiilidioksidia. (Laskelmassa on oletettu, että dieselauto kuluttaa maantie- ja moottoritieajossa 20 % vähemmän polttoainetta. Kaupunkiajossa polttoainesäästö jäisi 10 prosenttiin. Nämä oletukset on saatu VTT:n LIPASTO-laskentamallista⁷⁰.)

Suomalaisten yksityishenkilöiden omistuksessa olevien henkilöautojen valmistuksen aiheuttamat keskimääräiset kasvihuonekaasupäästöt vuonna 1999 olivat 372 kiloa vuodessa jokaista autoa kohden (Moottoriajoneuvot 1999, s. 18; Mäenpää 2004, s. 15). Lisäksi nurmijärveläinen esimerkkihenkilö lämmittää autoaan talvella lohkolämmittimellä, jonka vuosikulutus on noin 200 kWh. Lohkolämmittimen käyttö aiheuttaa vuodessa 92 kiloa hiilidioksidiekvivalenttia. Auton valmistuksen päästöt jaetaan esimerkkihenkilön auton vuotuiselle ajosuoritteelle 26 184 km, jolloin ominaispäästökseksi saadaan 0,014 kg hiilidioksidiekvivalenttia/km. Tällöin päivittäisten matkojen osuudeksi tulee 324 kg vuodessa ja lomamatkojen osuudeksi tulee 48 kg vuodessa. Lohkolämmittimen päästöt kohdennetaan päivittäiseen autoiluun.

Nurmijärveläisen esimerkkihenkilön päivittäisestä autoilusta syntyy vuodessa noin 4836 kg hiilidioksidia eli yli 16 kertaa enemmän kuin metrolla liikkuvan helsinkiläisen päivittäisistä matkoista.

4.6. Lomamatkojen kasvihuonekaasupäästöt

Tilastokeskuksen määritelmän mukaisesti vain oman asuinkunnan ulkopuolelle tehty vähintään yhden yöpymisen sisältävät kotimaanmatkat luokitellaan kotimaan lomamatkoiksi. Oman kunnan rajojen sisäpuolella tapahtuvat virkistysmatkat sen sijaan luokitellaan 'tavanomaisessa elinpiirissä' tapahtuvaksi

⁷⁰ www.lipasto.vtt.fi > Yksikköpäästösivut > Henkilöliikenne > Tieliikenne

vapaa-ajanvietoksi, joka on rajattu matkailutilaston ulkopuolelle (Suomalaisten matkailu 1999, ss. 18, 21).

Tilastokeskuksen mukaan 15-74-vuotias keskivertosuomalainen teki 3,5 edestakaista kotimaan lomamatkaa oman kunnan ulkopuolelle vuonna 1999. Lisäksi hän kävi noin joka toinen vuosi Suomen rajojen ulkopuolelle suuntautuvalla risteilyllä, joista 52 % suuntautui Viroon ja 46 % Ruotsiin. Keskvertosuomalainen lensi ulkomaille noin kerran kolmessa vuodessa. Lomamatkojen pituuksia ei tilastoitu. (Suomalaisten matkailu 1999, ss. 22, 32-40.)

Ylivoimainen enemmistö (80 %) kotimaan lomamatkoista tehtiin henkilöautolla vuonna 2005. Junalla tai linja-autolla tehtiin yhteensä 17 % matkoista, lentokoneella tai laivalla yhteensä vain 2 %. (Suomalaisten matkailu 2005, ss. 26, 57.)

Vertailulaskelman esimerkkihenkilöt matkustivat kotimaan lomillaan yhteensä 3500 km. Kyseinen kilometrimäärä vastaa 3-4 edestakaista lomamatkaa Keski-Suomeen. Matkat kuljettiin junalla tai henkilöautolla (kolme henkeä autossa). VR:n junien ominaispäästöt olivat vuonna 2003 0,034 kg/henkilökilometri (VR:n ympäristöraportti 2003, s. 40). Helsingiläisen esimerkkihenkilön lomamatkat aiheuttivat siten $3500 \cdot 0,034 \text{ kg}$ eli noin 120 kg kasvihuonekaasupäästöjä. Nurmijärveläisen esimerkkihenkilön lomamatkoilla kului 210 litraa bensiiniä eli 70 litraa/henkilö. Hänen lomamatkojensa kasvihuonekaasupäästökseen saadaan $70 \text{ l} \cdot 2,73 \text{ kg/l}$ eli 191 kg kasvihuonekaasupäästöjä. Lisäksi lomamatkoihin kohdentuu 48 kilon osuus auton valmistuksen aiheuttamista päästöistä. Yhteensä lomamatkojen päästöosuus on siten noin 239 kiloa kasvihuonekaasupäästöjä vuodessa.

Kanariansaaret on pysynyt vuosikymmenestä toiseen suosituimpana yksittäisenä lentolomakohteena. Vain kymmenisen prosenttia lentomatoista tehdään todella kaukaisiin kohteisiin, kuten Thaimaahan, Brasiliaan tai Intiaan. Suurin osa lentäen tehdyistä lomamatkoista suuntautui vuonna 2005 edelleen Eurooppaan tai lähialueille. (Suomalaisten matkailu 2005, s. 39; Liikennetilastollinen vuosikirja 2006, s. 186.)

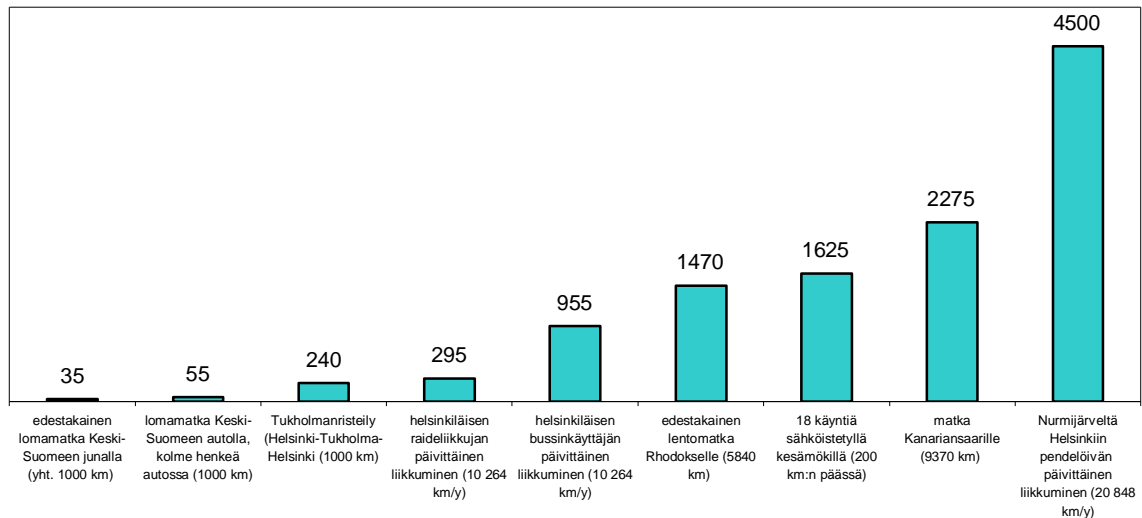
Lentomatkailu ulkomaille on lisääntynyt vuoden 1999 tasosta (Suomalaisten matkailu 2005, s. 36). Silti edelleen vain 13 % suomalaisten kaikista henkilöliikennekilometreistä muodostuu ulkomaanmatkoista (Henkilöliikennetutkimus 2004-2005, s. 5). (Tässä opinnäytetyössä esitellään vuoden 1999 lukuja, koska kyseisenä vuonna tehdyt lomamatkat sisältyvät Mäenpään laskelmiin suomalaisen kuluttajan vuoden 1999 kasvihuonekaasupäästöistä.)

Vain 30 % suomalaisista harrastaa kesämökkeilyä (Nieminen 2007, s. 47; Tilastokeskuksen tilastotietokanta⁷¹). Kesämökin omistaminen korreloi vahvasti paitsi talouden tulojen (Sjöblom 2007, s. 48) myös vastaajan iän kanssa, sillä kesämökki hankitaan vasta keskimäärin 52 vuoden iässä (Niemi 2002, s. 56). Lähes kaikki mökkimatkat (95 %) kuljetaan Suomessa henkilöautolla, jossa on keskimäärin 2,1 ihmistä/auto (Pastinen 1999, ss. 36, 46; Melasniemi-Uutela 2004, s. 147). Suurin osa suomalaisten omistamista kesämökeistä sijaitsee oman kunnan ulkopuolella (Tynys-Saarehlo 2002, s. 38).

Pitkät tai usein toistuvat lomamatkat lisäävät kuluttajan päästöjä, etenkin jos ne tehdään lentokoneella tai risteilyaluksella. Kuva 4.1 seuraavalla sivulla havainnollistaa eri matkustus- ja lomailutyyppien aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen suuria eroja.

⁷¹ www.tilastokeskus.fi > Tilastot > Tilastot aiheittain > Väestö > Väestörakenne > Taulukot > Väestörakennetaulukot

Kuva 4.1. Liikkumisen ja lomailun kasvihuonekaasupäästöjä (kiloa CO₂-ekvivalenttia vuodessa). Luvut eivät sisällä kulkuneuvojen valmistuksen päästöjä. (Ryömä 2007.)



Junamatkailun päästötiedot ovat peräisin VR:n ympäristöraportista 2003. Bussiliikenteen polttoaineenkulutustiedot ovat peräisin Helsingin kaupungin liikennelaitoksen ympäristöraportista 2005. Tukholmanristeilyn polttoainetiedot⁷² ovat peräisin Silja Linelta⁷³ ja raskaan polttoöljyn päästötiedot⁷⁴ Neste Oil Oyj:ltä. Kesämökkeilystä tehdyn laskelman oletusarvot esitellään sivulta 46 löytyvässä liitteessä.

Lentomatkojen päästöt perustuvat Finnairista⁷⁵ saatuihin tietoihin ja lentopetrolin tuotannon osalta Lewisin (1997) sekä Edwardsin ja Larivé'n (2007) tutkimuksiin. Lentomatkojen luvut perustuvat sille oletukselle, että lentoliikenteen kokonaisilmastovaikutus olisi kolminkertainen lentoliikenteen hiilidioksidipäästöihin nähden: kyse on siis karkeasta arviosta eikä mitatuista päästöistä (ks. s. 23).

Lentäen tehtävien kaupunkikilomien kilometrikohtaiset ominaispäästöt ovat yleensä kuvassa 4.1 esitettyjen lentomatkojen ominaispäästöjä suurempia. Tämä johtuu siitä, että kaupunkikohteisiin lennetään usein Boeing 757:ää pienemmällä kalustolla, jolloin matkustajakohtainen polttoaineenkulutus muodostuu suuremmaksi.

Moottoritiellä tapahtuvan työmatkapendelöinnin kilometrikohtainen ominaispäästö 0,22 kg/henkilökilometri on yllättäen vain hieman pienempi kuin Kanarianmatkan ja Tukholmanristeilyn ominaispäästö 0,24 kg/hlökm. Kun auton valmistuksen aiheuttamat päästöt huomioidaan, moottoritiellä ajamisen ominaispäästö kasvaa 0,23 kiloon. Sen sijaan maantieajo hyvän täyttöasteen omaavassa henkilöautossa (3 henkeä autossa) tuottaa 76 % pienemmän ominaispäästön (0,055 kg/hlökm) verrattuna esimerkkihenkilön työmatka-ajoon. Vielä lähes puolta pienempi ominaispäästö (0,034 kg/hlökm) saavutetaan käyttämällä junaa.

⁷² Matkalla Tukholmaan kuluu vuodenajasta ja jäätilanteesta riippuen 55 000–80 000 kiloa raskasta polttoöljyä. Laskelmassa on oletettu, että polttoainetta kuluisi keskimäärin 68 000 kiloa. Laivan mukana kuljetettavien autojen tilantarvetta ei ole huomioitu, vaan koko polttoaineenkulutus on kohdennettu henkilömatkustajille (1960 matkustajaa/laiva).

⁷³ Silja Linen tekninen tarkastaja Mats Björkendahl sekä sihteeri Birgitta Öhman puhelimesta 18.12.2006.

⁷⁴ Neste Oil Oyj:n ekotasetiedotteen (Raskaan polttoöljyn... 2002) mukaan raskaan polttoöljyn ominaispäästökerroin on 3,2 kg CO₂/kg öljyä. Lisäksi raskaan polttoöljyn valmistuksesta aiheutuu 0,28 kiloa CO₂/kg, Kokonaispäästö olisi siten 3,48 kg CO₂/kg öljyä.

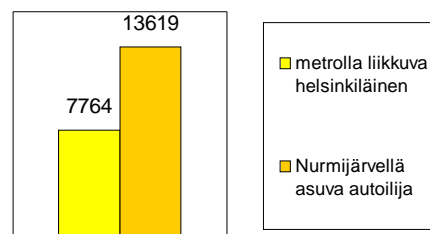
⁷⁵ koekäyttöinsinööri Janne Pallonen, sähköpostiviesti 11.1.2006

4.7. Vertailulaskelman tulos

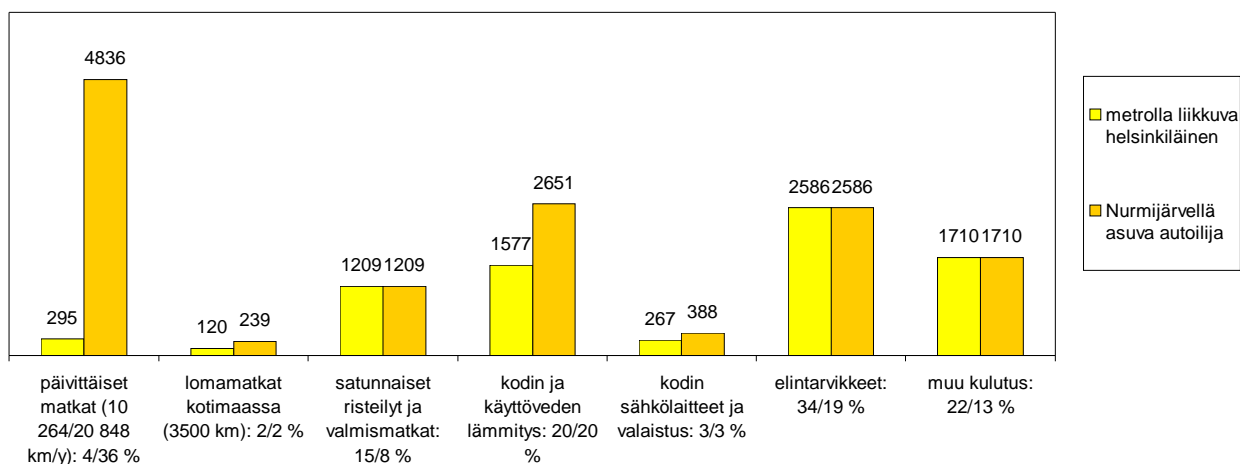
Nurmijärveläisen esimerkkihenkilön kasvihuonekaasupäästöt ovat kokonaisuudessaan 75 % helsinkiläisen päästöjä suuremmat (kuva 4.2). Erotus (5849 kg vuodessa) muodostuu 78-prosenttisesti päivittäisen autoilun aiheuttamasta päästölisäyksestä 4541 kg.

Kuvan 4.3 prosenttiluvuilla viitataan kyseisen toiminnon osuuteen esimerkkihenkilöiden kokonaispäästöistä. Laskelmassa oletetaan, että esimerkkihenkilöt eivät käytä esimerkkivuoden aikana sairaalapalveluja eivätkä myöskään opiskele työn ohessa.

Kuva 4.2. Esimerkkihenkilöiden kasvihuonekaasupäästöt (kiloa CO₂-ekv vuodessa).



Kuva 4.3. Esimerkkihenkilöiden kasvihuonekaasupäästöt. Kiloa CO₂-ekv vuodessa. (Ryömä 2007; Mäenpää 2004.)

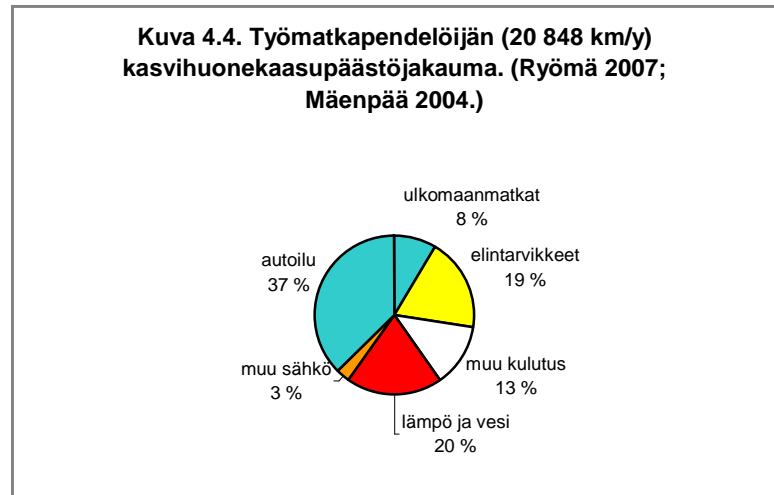


Nurmijärveläisen pendelöijän työmatkoista ja muusta päivittäisestä autoilusta (57 km vuorokaudessa) syntyy yli 16-kertainen määrä päästöjä verrattuna metrolla liikkuvan helsinkiläisen päivittäisen matkustuksen (28 km vuorokaudessa) aiheuttamiin päästöihin. Tämä johtuu ennen kaikkea siitä, että moottoritiellä tapahtuvan työmatka-autoilun ominaiskasvihuonekaasupäästöt ovat noin 8-kertaiset verrattuna keskimääräisen täyttöasteen omaavassa HKL:n metrovaunussa matkustamiseen.

Sähkölämmitteisessä omakotitalossa asuvan nurmijärveläisen lämmitys- ja laitesähkön tuotannosta aiheutuu 65 % enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin Helsingissä asuvan kaukolämmön ja laitesähkön tuotannosta. Tämä johtuu pitkälti siitä, että hyödynjakomenetelmällä laskettuna Helsingin Energian kaukolämmön tuotannossa syntyy puolta vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin asuintilojen ja käyttöveden lämmitykseen tarvittavan sähkön tuotannossa. Harmaa- ja Huhdanmäki (1999, s. 19) ovat saaneet samankaltaisia tuloksia: heidän mukaansa hajautuneen maankäytön alueella sijaitsevien asuinrakennusten lämmityksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ovat jopa yli kaksinkertaiset tiiviin maankäytön alueella sijaitsevien rakennusten päästöihin verrattuna.

Lähes puolet (46 %) nurmijärveläisen pendelöijän kokonaispäästöistä aiheutuu liikkumisesta. Autoilusta syntyy yhteensä 5075 kilon päästöt eli 37 % kokonaispäästöistä. Saman verran päästöjä syntyy

pendelöijän ravinnosta sekä hänen vuosittain hankkimistaan vaatteista, tavaroista, koneista ja kaikesta ajanvietosta yhteensä (kuva 4.4).



4.8. Vertailulaskelmaan liittyviä epävarmuustekijöitä

Esimerkkilaskelmien tulos riippuu aina mitä suurimmassa määrin siitä, millaiset lähtöoletukset laskelmille valitaan. Tämän opinnäytetyön esimerkkilaskelmien lähtöoletuksia ja niiden perusteluja on pyritty esittelemään mahdollisimman kattavasti johdannossa sekä luvussa 4.3. Tilastotieteen professori Lauri Tarkkonen painotti tilastotieteen johdantokurssilla vuonna 2002 luennoidessaan, että tieteellisessä tutkimuksessa lopullinen vastuu siirtyy aina viime kädessä tutkimusraportin lukijalle. Tähän vedoten jätettäkään siis käytettyjen lähtöoletusten järkevyyden arvioiminen jokaisen lukijan omaksi tehtäväksi.

Energiantuotannon ja -kulutuksen yhteydessä syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen tason lisääminen pelkän energiankulutuksen tason sisältävään perinteiseen malliin lisää mallin sisältämien virhelähteiden määrää. Kulutuksen kasvihuonekaasupäästöjen laskeminen ja mallintaminen on varsin uusi tutkimusala, joten aiheeseen liittyviä tutkimuksia on tehty vasta muutama, mikä lisää osaltaan tulosten epävarmuutta. Seuraavaksi käsitellään tämän opinnäytetyön esimerkkilaskelmissa apuna käytettyihin lähteisiin liittyviä epävarmuustekijöitä.

Kasvihuonekaasupäästöjen tarkastelu perustuu suurelta osin dosentti Ilmo Mäenpään vuonna 2004 julkaisemaan erikoistyöhön Kulutuksen ympäristökuormitus, joka on laadittu Suomen kansantalouden ainevirtailinpidon pohjalta. Tuontituotteiden aiheuttamat päästöt on Mäenpään työssä estimoitu laskemalla niille samat päästöt kuin mitä syntyisi, jos hyödykkeet tuotettaisiin Suomessa. Lähtökohtana on käytetty saksalaisesta Wuppertal-instituutista saatuja kertoimia (Mäenpää 2005, ss. 15, 124). Seuraavassa pohditaan tämän vaikutusta tuloksiin.

Suomen sähkötuotannon ominaispäästöt ovat pienemmät kuin monissa muissa maissa. Tämä voi johtaa siihen, että Mäenpään luvut aliarvioivat esimerkiksi vaatteiden, tavaroiden ja kulutuselektronikan valmistuksen aiheuttamia päästöjä. Vuonna 2003 Suomen sähköntuotannon ominaispäästö oli 307 grammaa hiilidioksidia/kWh, mikä oli hyvin vähän verrattuna esim. Viron, Puolan, Irlannin, Unkarin, Romanian, Iso-Britannian, Tshekin, Tanskan, Bulgarian, Saksan ja Hollannin päästöihin, jotka vaihtelivat välillä 1273- 504 grammaa/kWh. Vain viiden Euroopan maan ominaispäästöt olivat Suomen päästöjä pienemmät. (Energiateollisuus ry:n kotisivut 2006⁷⁶.) Suurin osa tuontituotteiden lukumäärästä valmistettaneen nykyisin Kiinassa ja muissa Kaukoidän halpatuontimaissa. Kiinan energiantuo-

⁷⁶ www.energia.fi > Ympäristötilastoja > Ympäristötilastoja > Sähkön tuotannon ominaispäästöt ilmaan eri Euroopan maissa

tanto perustuu 70-prosenttisesti paljon kasvihuonekaasupäästöjä tuottavaan kivihiileen. Vain 8 % Kiinan sähköstä tuotetaan vesivoimalla ja muilla uusiutuvilla energialähteillä. (Sillanpää 2007a ja 2007b.)

Toisaalta tuontituotteiden valmistuksessa saattaa kulua vähemmän energiaa kuin kotimaisessa tuotannossa juuri siksi, että suuri osa tuontituotteista valmistetaan halpatuontimaissa. Esimerkiksi Intian lämpimässä ilmastossa ei tuotantolaitoksia tarvitse lämmittää. Tämä kompensoisi ainakin osittain ulkomaisen energiantuotannon suurempia ominaispäästöjä. Lisäksi työntekijöille maksettavien äärimmäisen alhaisten palkkojen vuoksi (esim. Nousjoki 2006 ja Kantola 2007) on taloudellisesti kannattavampaa käyttää lihasvoimaa kuin konevoimaa. Tämän vuoksi tuotantoprosessit ovat pikemminkin työ- kuin energiavaltaisia. Myös työolot ovat yleensä hyvin vaatimattomia, esimerkiksi ilmastointia ja tuule- tusta ei välttämättä ole järjestetty lainkaan (Tehtaalla koko elämä 2005, ss. 17, 19, 30).

Kotimainen ruoka voi puolestaan Suomen kylmän ilmaston vuoksi aiheuttaa huomattavasti enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin ulkomailta tuotu. Ero lienee suurin tomaatin ja kurkun kohdalla, joiden kotimaisessa viljelyssä syntyy moninkertainen määrä kasvihuonekaasuja espanjalaisiin tuontivihan- neksiin verrattuna. Ero johtuu siitä, että Suomen kylmässä ilmastossa kasvihuoneita joudutaan läm- mittämään fossiilisilla polttoaineilla ja valaisemaan sähkövalolla. (Esim. Laitinen 2007; ks. myös Ka- rismo 2003, Mannila 2005 ja Palm 2005.) Espanjaan kuuluvilla Kanariansaarilla taas on talvellakin lämmintä ja valoisaa, joten tomaatteja voidaan tuottaa ilman lisälämpöä. Lentorahdin kalleuden vuoksi tomaatteja ei ole viime vuosina kuljetettu Suomeen merkittävässä määrin lentokoneella. Kanarialla kasvatetut tomaatit kuljetetaan laivalla Hollantiin ja sieltä rekoilla ja laivalla Suomeen. (Mikkela 2007, puhelinhaastattelu⁷⁷.)

Mäenpään luvut eivät sisällä tuontituotteiden kuljetusta Suomeen. Ahmadin ja Wyckoffin (2003, s. 61) mukaan Suomeen tuotujen tuontituotteiden kuljetus muodostaa vajaan 18 % kyseisten tuotteiden elin- kaaren aikana syntyvistä hiilidioksidipäästöistä.

Mäenpään tulokset perustuvat vuonna 1999 tapahtuneeseen kulutukseen. Rakennusten lämmitystarve ja kaukolämmön kulutus olivat vuonna 1999 noin 5 % keskimääräistä pienemmät. Lisäksi pohjoismai- sen, lähinnä vesivoimalla tuotetun pörssisähkön hinta oli alhainen, joten sitä kannatti ostaa sen sijaan, että olisi tuotettu lauhdesähköä kivihiilellä (Savolainen 2006, sähköpostiviesti⁷⁸). Sähkön nettotuonti Suomeen olikin kyseisenä vuonna poikkeuksellisen suuri eli 14 %. Kivihiilen päästöt olivat 25 % pie- nemmät kuin vuosina 1994- 2003 keskimäärin. Vuosina 1994- 2003 kivihiilen päästöjen osuus Suomen sähkön ja lämmön tuotannon hiilidioksidipäästöistä oli keskimäärin 34 %. (Vuosikertomus 1999, s. 18; Energiatilasto 2004, ss. 61, 81, 147.)

Edellä mainitun perusteella voidaan laskea, että vuoden 1999 sähkön ja kaukolämmön tuotannon hiili- dioksidipäästöt olivat 8,5 % tavallista pienemmät. Tämän vuoksi vuoden 1999 tilanteen tarkastelu yli- arvioi hieman liikenteen ja ravinnon osuutta kuluttajien kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä, sillä säh- kön ja lämmön tuotannon päästöt syntyvät etupäässä liikenteen ja ravinnontuotannon ulkopuolisilla toimialoilla.

Esimerkkihenkilöiden sähkönkulutuksen sekä sähkölämmityksen aiheuttamien kasvihuonekaasupääs- töjen laskemisessa on käytetty apuna Heljon ja Laineen kulutusrakennemallia. Kyseisessä mallissa ei ole huomioitu Suomeen ulkomailta ostetun tuontisähkön tuotannossa syntyviä päästöjä. Etenkin Poh- joismaista tuodun vesivoiman huomioiminen alentaishiipputehoalueen laskennallisia päästöjä. (Ve-

⁷⁷ Ruokakesko Oy:n ostopäällikkö Petri Mikkela 1.8.2007 ja 26.10.2007

⁷⁸ Energiatieteellisyys ry:n tilastosuunnittelija Terho Savolainen 7.9.2006

näjäältä tuodulla sähköllä ei pitäisi olla yhtä merkittävää vaikutusta, koska maan sähköntuotantorakenne muistuttaa aika paljon Suomen vastaavaa.) Pohjoismaista vesivoimasähköä tuodaan Suomeen etenkin sateisina vuosina. Toisaalta kuivina vuosina myydään Suomesta vastaavasti hiililauhdesähköä muihin Pohjoismaihin, mikä taas lisää suomalaisen sähköntuotannon päästöjä. (Heljo ja Laine 2005, s. 58.)

Lentoliikenteen päästöjen todellisen ilmastoa lämmittävän vaikutuksen arvioidaan olevan 2,3- 5:n-kertainen ilmailun hiilidioksidipäästöihin verrattuna (Sausen ym. 2005, ss. 557- 559). Tämän opinnäytetyön laskelmissa ilmailun hiilidioksidipäästöt on kerrottu luvulla 3, mikä saattaa siis joko yllä tai aliarvioida lentoliikenteen aiheuttamaa todellista ilmastovaikutusta.

Päivittäisten matkojen osalta esimerkkilaskelmasta puuttuvat metrojunien valmistuksen aiheuttamat päästöt. Nämä päästöt lienevät kuitenkin huomattavasti henkilöauton valmistuksen päästöjä pienemmät muun muassa sen vuoksi, että metrojunien käyttöikä (40 vuotta) on huomattavasti pidempi kuin henkilöautolla (Ympäristöraportti 2005, s. 24).

Esimerkkilaskelmasta puuttuu myös auton huollon ja kaikkien kulkuneuvojen varaosien valmistuksen aiheuttamat päästöt. Lisäksi katujen ja maanteiden sekä raideliikenneväylien rakentamisen ja ylläpidon aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt on rajattu tarkastelun ulkopuolelle, koska ne kuuluvat yhteiskunnan ylläpitämään infrastruktuuriin.

V TULOSTEN TARKASTELU

5.1. Yhteenveto päätuloksista

Henkilöliikenne on arvioidulla 33 prosentin osuudellaan suomalaisen kulutuksen suurin yksittäinen kasvihuonekaasupäästölähde. Suurin osa henkilöliikenteen päästöistä aiheutuu henkilöautoilusta.

Muutto Helsingissä sijaitsevasta kerrostaloasunnosta Nurmijärvellä sijaitsevaan sähkölämmitettävään omakotitaloon johtaa 75 prosentin lisäykseen Helsingissä työskentelevän kuluttajan kokonaiskasvihuonekaasupäästöissä, jos päivittäisten matkojen kulkutapa vaihtuu samalla metrosta henkilöautoon. Suurin osa päästölisäyksestä johtuu henkilöautolla tapahtuvasta työmatkapedeloinnista. Päästölisyys ei johdu niinkään päivittäisten matkojen piteneemisestä, vaan ennen kaikkea siitä, että moottoritiellä autoilu tuottaa moninkertaisen määrän kilometrikohtaisia päästöjä metron verrattuna.

Metro on kasvihuonekaasupäästöjen suhteen ylivoimaisesti vähäpäästöisin moottoriliikenneväline. Yksin autoilu on puolestaan eniten päästöjä tuottava vaihtoehto päivittäisten matkojen kulkemiseen. Yksin autoilu moottoritiellä bensiinikäyttöisellä autolla synnyttää noin 8 kertaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kilometriä kohden verrattuna matkustamiseen Helsingin metrolla. Kaupunkiajo synnyttää noin 10 kertaa enemmän päästöjä kuin metron käyttö.

Dieselkäyttöiseen autoon siirtyminen ei juuri vähennä autoilun kasvihuonekaasupäästöjä. Dieselautoilla ajaminen tuottaa moottoritiellä 7 % vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä, mutta kaupunkiajossa päästöjä syntyy 4 % enemmän kuin bensiinikäyttöisellä autolla ajettaessa.

Ekotehokas ja tiheävuoroinen joukkoliikennejärjestelmä edellyttää suurta asukastiheyttä. Uudet 2000-luvun tiiviin ja matalan rakentamisen alueet vaativat lähes kymmenen kertaa enemmän maata kuin kantakaupunkimaisen tiivis kerrostalorakentaminen. Jopa väljinä pidettyjen 1960-luvun kerrostalohäihöiden maankäyttö on lähes puolet tehokkaampaa kuin uusilla tiivis- matala-alueilla.

Työmatkan keskipituus kasvoi Suomessa noin 80 % vuosina 1980- 2003. Henkilöautojen määrä kasvoi samana ajanjaksona 86 % ja henkilöautojen kokonaisajosuorite 92 %. Pääkaupunkiseudun ulkopuolisten Uudenmaan kuntien asukkailla on tällä hetkellä Suomen pisimmät työmatkat.

5.2. Liikenteen suuri osuus kasvihuonekaasupäästöistä oli yllätys

Suomalaisessa ympäristödiskurssissa ei ole tiedostettu, että liikenne olisi ylivoimaisen suuri kasvihuonekaasupäästöjen lähde. Tämä johtunee kahdesta seikasta.

Aiemmin on usein luultu, että liikenteen ilmastovaikutuksen voisi johtaa suoraan liikenteen energiankulutuksesta. Henkilöliikenteen osuus kulutuksen kasvihuonekaasupäästöistä on kuitenkin 50 % suurempi kuin sen osuus primäärienergiankulutuksesta. Erotus johtuu ennen kaikkea siitä, että autoilu synnyttää kulutettua energiayksikköä kohden kaksi kertaa enemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin esimerkiksi Suomen kodeissa kulutetun energian tuotanto. Lentoliikenne synnyttää kulutettua energiayksikköä kohti arviolta kuusinkertaisen määrän kasvihuonekaasupäästöjä asumiseen verrattuna, mikä johtuu suurelta osin lentokoneiden typenoksidi- ja vesihöyrypäästöjen aiheuttamasta ilmastoa lämmittävästä vaikutuksesta. Näiden päästöjen vaikutus on alettu tiedostaa Suomessa laajemmin vasta viime vuosina, vaikka Juha Nurmela viittasi ilmiöön jo vuonna 1996 julkaistussa väitöskirjassaan (Nurmela 1996, s. 176).

Liikenteen päästöjen tarkastelusta on usein puuttunut myös ajoneuvojen valmistuksen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt. Lisäksi laskelmat ja esimerkit on totuttu rajaamaan tiukasti niihin päästöihin, jotka syntyvät liikennepolttoaineiden palaessa ajoneuvon moottorissa. Esimerkiksi VTT:n LIPASTO-laskentamalli huomioi vain nämä "Tank-to-Wheels"- eli TTW-päästöt (Laurikko 2007, sähköpostiviesti⁷⁹). Mäenpään (2004, s. 15) mukaan henkilöautojen käytön ja huollon aiheuttamat ulkomailla syntyneet välilliset kasvihuonekaasupäästöt muodostavat 27 % henkilöautojen käytön⁸⁰ kokonaispäästöistä. Nämä päästöt syntynevät paitsi kansainvälisten öljy-yhtiöiden hallinnon sekä markkinointi- ja tutkimustoiminnan yhteydessä myös raakaöljyn etsinnän, hankinnan ja esikäsittelyn⁸¹ aikana. Esimerkiksi Suvannon ja Heikkisen (2005, ss. 10- 11) mukaan useimmat uudet raakaöljyesiintymät sijaitsevat 500- 5000 metrin syvyydessä. Toisinaan poraukset ulottuvat jopa 11 kilometriin. Ensimmäisten tuotantovuosien jälkeen öljylähteen painetta täytyy pitää yllä keinotekoisesti esimerkiksi pumppaamalla vettä öljykerroksen alla olevaan vesipatjaan. Myös suurten poraustornien ja -lauttojen sekä öljyputkien ja öljytankkereiden valmistus sekä öljyn kuljetus Suomeen aiheuttavat kasvihuonekaasupäästöjä.

⁷⁹ VTT:n asiakaspäällikkö Juhani Laurikko 9.3.2007

⁸⁰ polttoaineet, huolto, katsastus ja varaosat, bensiinin jakelu

⁸¹ kaasun ja veden erottaminen raakaöljystä

5.3. Tulosten merkitys Suomen ilmastopolitiikan kannalta

Tämän opinnäytetyön tulosten perusteella ilmastopolitiikassa kannattaisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota liikenteen päästöjen vähentämiseen, mikä edellyttää asutuksen tiivistämistä. Jotta raideliikenne olisi aito vaihtoehto nykyistä useammalle, pitää suurten kaupunkien liikennejärjestelmiä ja maankäyttöä kehittää siten, että raideliikenteen huomattavasta lisärakentamisesta tulee taloudellisesti ja teknisesti mahdollista.

5.4. Vertailulaskelman tulos ei tue pienten purojen teoriaa

Luvussa IV esitellyn vertailulaskelman perusteella vaikuttaa siltä, että kulutuksen ympäristövaikutusten tarkastelussa usein käytetty pienten purojen teoria ei päde kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen kohdalla, vaan ympäristöystävällisempään vaihtoehtoon siirtymisen aikaansaama kokonaispäästövähennys vaihtelee tapauksesta riippuen marginaalisesta huomattavaan.

Kuluttajille suunnatussa ympäristövalistuksessa on asunnon valaisulle (hehkulamput vs. energiaa säästävät pienloistelamput) annettu usein sama painoarvo kuin henkilöliikenteelle (henkilöauto vs. joukkoliikenne). Valaistuksen kasvihuonekaasupäästöt muodostivat kuitenkin vain reilun prosentin vertailulaskelman kuluttajien kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä. Jos esimerkkihenkilöt vaihtaisivat kodin hehkulamppunsa pienloistelamppuihin, heidän kokonaispäästönsä vähenisivät noin prosentin (Suomen luonnonsuojeluliiton ekotehokkuustietopankki⁸²). Sen sijaan jos työssäkäyvään väestöön kuuluva helsinkiläinen autoilija siirtyy päivittäisillä matkoillaan autoilusta metron käyttöön, hänen kokonaispäästönsä vähenevät noin 25 %. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä on siis olemassa pienten purojen ohella myös vuolaita virtoja.

5.5. Vertailulaskelman tulos globaalin päästövähennystavoitteen valossa

Vaikka luvussa IV kuvatun helsinkiläisen metronkäyttäjän kokonaispäästö 7705 kg hiilidioksidiekvivalenttia onkin huomattavasti Nurmijärvellä asuvan esimerkkihenkilön päästöjä pienempi, se on silti suuri verrattuna hiilidioksidin globaaliin tavoitetasoon 1600 kiloa hiilidioksidia vuodessa. Yhdyskuntarakenteen optimointi ja metron lisärakentaminen eivät siis yksin riitä, vaan tarvitaan vielä lisätoimia.

Helsinkiläisen esimerkkihenkilön asumisväljyys 30 neliötä/henki on globaalissa vertailussa varsin paljon majoitustilaa yhdelle ihmiselle. Vaikka Helsingissä asutaankin muuta maata ahtaammin, vain 23 % kaupungin asukkaista pitää asuntoaan liian pienenä. Hieman yli 60 % helsinkiläisistä on sitä mieltä, että heidän asuntonsa on sopivan kokoinen tai jopa liian suuri. (Juntto 2007, ss. 28- 29.)

Jos helsinkiläinen esimerkkihenkilö muuttaisi perheineen 70 neliön kokoiseen asuntoon ja jos hän onnistuisi kuluttamaan kolmanneksen vähemmän lämmintä vettä kuin helsinkiläinen kerrostaloasukas keskimäärin vuonna 2003, hänen asuintilojen ja pesuveden lämmityksen aiheuttamat vuosipäästöt tippuisivat 1162 kiloon.

⁸² www.sll.fi > Luonto ja ympäristö > Kestävän elämäntavan edistäminen > Ekotehokkuustietopankki > Hehkulamppu vai energiansäästölamppu?

Jos sähkönkulutuksessakin tapahtuisi kolmanneksen vähenemä, sähkökulutuksen aiheuttama kasvi-huonekaasupäästö putoaisi 178 kiloon. Tällöin asumisen ja päivittäisen liikkumisen yhteispäästöt olisivat enää 1635 kiloa vuodessa. Päästötaso jäisi silti edelleen liian suureksi. Kaukolämpöä pitäisikin tuottaa tulevaisuudessa nykyistä vähäpäästöisemmillä polttoaineilla kuten biomassalla (ks. Pyykkönen 2007c).

LIITE: Kesämökkeilyn kasvihuonekaasupäästölaskelma

Suur-Savon Sähkö Oy:n alueen sähköistetyillä kesämökeillä kulutettiin vuonna 2002 keskimäärin yli 5000 kWh sähköä vuodessa (Melasniemi-Uutela 2004, s. 154- 155.) Tämä huomattavan suuri lukema selittyy sähkölämmityksen yleisyydellä: Wennerströmin (2007, s. 20) mukaan kolmannes suomalaisista mökinomistajista pitää mökissään sähkölämmitystä päällä noin 16 asteessa läpi vuoden.

Tilastokeskuksen mukaan kesämökin omistavissa talouksissa on keskimäärin 2,1 jäsentä. Vain 18 % kesämökin omistavista asutokunnista on lapsiperheitä. (Kesämökit 2003, s. 11.) Kesämökin omistajatalouksien pieni keskikoko selittyy sillä, että suomalainen kesämökinrakennuttaja (-rakentaja) rakennuttaa (rakentaa) mökinsä keskimäärin 52-vuotiaana (Niemi 2002, s. 56). Keskimääräisellä sähköistetyllä kesämökillä kuluu Suur-Savon alueella siis vuodessa sähköä yli 2380 kWh/henki. (Oletuksena on, että myös Suur-Savossa mökin omistavien talouteen kuuluu keskimäärin 2,1 henkeä.)

Tietoa siitä, kuinka suuri osa Suur-Savon sähkön mökkiläisille myymästä sähköstä kuluu lämmitykseen, ei ole saatavissa. Tämän vuoksi tässä laskelmassa käytetään Suur-Savon sähkö Oy:n vuonna 2003 myymän hiilidioksidin keskimääräistä ominaispäästöä 0,382 kg/kWh.⁸³ Mökinomistajatalouksien jäsenten henkilökohtaiseksi päästökseksi saadaan tällöin 909 kg hiilidioksidia vuodessa.

Liikenneministeriön henkilöliikennetutkimuksen mukaan suomalainen kesämökinomistaja käy mökillään keskimäärin 18 kertaa vuodessa. Lähes kaikki mökkimatkat (95 %) kuljetaan henkilöautolla, joissa on keskimäärin 2,1 ihmistä/auto. (Pastinen 1999, ss. 18, 34, 36, 46, 98.)

Arvio keskimääräisen mökkimatkan pituudesta vaihtelee suuresti eri tutkimuksissa. Henkilöliikennetutkimuksen mukaan (s. 34) se olisi vain 52 km, kun taas Niemisen (2004, s. 11) mukaan se olisi 107 km. Pääkaupunkiseudulla asuvien mökinomistajien kesämökkimatkat ovat kuitenkin todennäköisesti huomattavasti edellä mainittuja pidempiä, muun muassa siksi, että moni muualta muuttanut on perinyt tai hankkinut kesämökin synnyinseudultaan. Tämän esimerkkilaskelman kesämökki sijaitsee Mäntyharjulla, joka oli vuonna 1999 Suomen kolmanneksi suosituin mökkikunta. Pitkäsen ja Kokin (2005, s. 67) mukaan Mäntyharjulla mökkeilevät pääkaupunkiseudun asukkaat tekivät vuonna 2004 keskimäärin 18 edestakaista matkaa mökilleen.

Sivun 38 esimerkkilaskelmassa edestakainen mökkimatkalla Mäntyharjulle (yht. 400 km) ajetaan autolla (kaksi henkilöä/auto) 18 kertaa vuodessa. Mökkimatkojen keskikulutus on 7l/100 km, koska puolet matkasta ajetaan moottoritietä jolla kuluu 8 l/100 km ja puolet maantietä, jolla kuluu 6 litraa/100 km. Bensiinilitran ominaispäästö on 2,73 kg hiilidioksidia, joten mökkimatkoista syntyy päästöjä yhteensä 688 kg/henki.

Lisäksi kolmen mökillä vietetyn lomaviikon aikana ajetaan kaksi kertaa viikossa 30 km:n päässä sijaitsevaan markettiin autolla (maantieajoa) yhteensä 360 km. Kauppatmatkoista syntyy yhteensä 30 kg hiilidioksidia/henki.

⁸³ Mika Ahola Suur-Savon Sähkö Oy:stä sähköpostilla 3.11.2006

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVAT

2.1. Eri asumismuotojen maantarve.....	18
3.1. Suomalaisen kuluttajan itse hankkimat aineelliset hyödykkeet vuonna 1999.....	23
3.2. Arvio suomalaisen kuluttajan kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä vuonna 1999	24
3.3. Energiankulutuksen kasvihuonekaasupäästökertoimia.....	25
4.1. Liikkumisen ja lomailun kasvihuonekaasupäästöjä.....	38
4.2. Esimerkkihenkilöiden kasvihuonekaasupäästöt.....	39
4.3. Esimerkkihenkilöiden kasvihuonekaasupäästöt eriteltyinä.....	39
4.4. Työmatkapendelöijän (20 848 ajokilometriä vuodessa) kasvihuonekaasupäästöjakauma.....	40

TAULUKOT

3.1. Mäenpään arvio suomalaisen kuluttajan kasvihuonekaasupäästöistä (ilman lentoliikenteen typenoksidi- ja vesihöyrypäästöjä).....	22
3.2. Tarkennettu arvio suomalaisen kuluttajan kasvihuonekaasupäästöistä.....	24
4.1. Esimerkkihenkilöiden viikottaiset vapaa-ajan ja asiointimatkat.....	29
4.2. Uudenmaan omakotitalojen ikäjakauma.....	32
4.3. 120-neliöisen Uudellamaalla sijaitsevan omakotitalon lämmityksen sähkönkulutus rakennusajankohdan mukaan.....	33

LÄHDELUETTELO

KIRJAT, ARTIKKELIT, TIEDOTTEET, KARTAT JA PDF-JULKAISUT

- Ahmad, Nadim & Wyckoff, Andrew 2003: *Carbon dioxide emissions embodied in international trade of goods*. STI Working paper 2003/15. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Directorate for science, technology and industry. 65 s. Pdf-julkaisu.
- Ahonen 2006, Sanna: *Vihreän kuluttajan monet kasvot*. Teoksessa Massa, Ilmo & Sanna Ahonen (toim.): *Arkielämän ympäristöpolitiikka*. Ss. 72- 86. Helsinki.
- Alakangas 2000, Eija: *Suomessa käytettävien puupolttoaineiden ominaisuuksia*. VTT Tiedotteita 2045, Espoo. 196 s. Pdf-julkaisu.
- Aro 2007, Timo: *Julkinen valta ja maassamuuttoa edistävät ja rajoittavat tekijät Suomessa 1880-luvulta 2000-luvulle*. RUSE:n raporttisarja. Raportti 69/2007. 324 s. Turku.
- Astikainen 2006, Riitta: *Yksi auto vie 25 kallista neliötä*. Helsingin Sanomat 15.10.2006, F3.
- Asuinympäristön suunnitteluperiaatteet*. Kaavoitusohjeita 2/1975. Sisäasiainministeriön kaavoitus- ja rakennusosasto. Helsinki. 166 s.
- Asuminen ja Helsingin alueet*. Helsingin kaupungin tietokeskuksen tilastoja 25/2003. 62 s.
- Broberg 2007, Anna: *Valikoiva muttoliike Uudellamaalla*. Suunnittelumääntieteen pro gradu -opinnäytetyö. Helsingin yliopisto. Myös pdf-julkaisuna. 125 s.
- Carlsson-Kanyama 1998, Annika: *Climate change and dietary choices. How can emissions of greenhouse gases from food consumption be reduced?* Food policy, Vol. 23, No. 3/4, pp. 277- 293. Sisältyy myös teokseen Carlsson-Kanyama 1999, Annika: *Climate change and dietary choices*. In *Consumption Patterns and Climate Change: Consequences of eating and travelling in Sweden*. Doctoral thesis in Natural Resources management. Department of Systems Ecology. Stockholm University.
- Edwards, R. & J.- F. & Larivé 2007: *Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the european context*. WELL-TO-TANK Report. Pp. 140. Pdf-julkaisu.
- Ehrlich, Paul R., & Holdren, John P. & Commoner, Barry 1972: *A bulletin dialogue on "The Closing Circle"*. Science and Public Affairs. Bulletin of the Atomic Scientists. May 1972, Volume XXVIII. Number 5. Ss. 16- 56.
- EMTA Barometer of Public Transport in the European Metropolitan Areas 2002*. The association of European Metropolitan Transport Authorities. 2004. 48 s. Pdf-julkaisu.
- Energiatilasto 2004*. Tilastokeskus 2005. Helsinki. 153 s.
- Energiatilasto. Vuosikirja 2006*. Tilastokeskus 2007. Helsinki. 151 s.
- Greenhouse gas emissions in Finland 1990- 2003*. National inventory report to the UNFCCC. 27 May 2005. Statistics Finland. Pdf-julkaisu. 213 s.
- Günther, Lea, Saara Elväs & Ulla Suomi 2005: *Katsaus energian ominaiskulutuksiin ja niitä selittäviin tekijöihin*. Motiva. 64 s. Pdf-julkaisu.
- Haapakoski, Matti & Teemu Ruska 1998: *Sähkölämmitettyjen pientalojen energiankulutus*. Koerakentamisprojektin yhteenvetoraportti nro 2. Imatran Voima Oy:n tutkimusraportteja IVO-A-04/98. Vantaa. 71 s.
- Halme, Timo 1995: *Kaupungin sisäinen rakenne. Kaupunkirakenteen hajautuminen ja ydinkeskustan toiminnallisen rakenteen muutos Oulun, Jyväskylän , Kuopion ja Lahden kaupunkiseuduilla*. Lisensiaatintutkimus. Oulun yliopiston maantieteen laitos. 134 s.
- Hannonen 2007, Raimo: *Liikennebarometri 2007*. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosasto. Otantatutkimus Oy. 48 s. Pdf-julkaisu.
- Harmaajärvi, Irmeli & Aimo Huhdanmäki 1999: *Pääkaupunkiseudun yhdyskuntarakennevaihtoehtojen vaikutukset hiilidioksidipäästöihin*. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1999/16. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV). Helsinki. 39 s.

- Harmaajärvi, Irmeli, Aimo Huhdanmäki & Pekka Lahti 2001: *Yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt*. Suomen ympäristö 522. Ympäristöministeriö. Helsinki. 64 s.
- Heikkilä-Kauppinen 1971, Marja: *Keskusta-asuminen Helsingissä*. Teknillisen korkeakoulun arkkitehti-osaston yhdyskuntasuunnittelun laitoksen julkaisuja C 12. Espoo. 85 s.
- Heinonen, Sirkka, Aimo Huhdanmäki, Saija Niskanen & Tuomo Kousa 2004: *Ekohallittu etätyö. Asumisen, työn ja liikkumisen kaupunkirakenteellisen uusjaon ympäristövaikutukset*. Suomen ympäristö 710. Ympäristöministeriö. Helsinki. 229 s. Pdf-julkaisu.
- Heljo, Juhani & Hannele Laine 2005: *Sähkölämmitys ja lämpöpumput sähkökäyttäjänä ja päästöjen aiheuttajina Suomessa*. Näkökulma ja malli sähkökäytön aiheuttamien CO₂-ekv päästöjen arviointia varten. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakentamistalouden laitos. Raportti 2005:2. 60 s. Pdf-julkaisu.
- Helminen, Ville, Mika Ristimäki & Kari Oinonen 2003: *Etätyö ja työmatkat Suomessa*. Suomen ympäristö 611. Ympäristöministeriö. Helsinki. 88 s.
- Helsingin yleiskaava 2002, ehdotus. Selostus*. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja 2002/17. 240 s.
- Henkilöliikennetutkimus 2004- 2005*. WSP LT-Konsultit Oy. Liikenne- ja viestintäministeriö, Tiehallinto ja Ratahallintokeskus. 2006. 81 s. Pdf-julkaisu.
- Himanen, Veli & Tuuli Järvi-Nykanen 1993: *Henkilöliikenne 1986. Kolmen kerroksen väki-malli*. Tutkimusraportti 191. Tie- geo- ja liikennetekniikan laboratorio. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. Espoo. 32 s.
- Himanen, Veli, Pekka Lahti, Irmeli Harmaajärvi, Reijo Martamo, Juha Raitio, Jarmo Joutsensaari 1995: *Joukkoliikennehankkeiden arviointimenetelmät taajamissa*. Lähtökohtaselvitys. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 1995:7. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV. Helsinki. 89 s.
- Holttinen 1992, Maarit: *Kohti ihmisläheistä ympäristöä*. Teoksessa Aura, Seppo & Pentti Siitonen (toim.) 1992: Kunta, kuntalainen ja ympäristö. Ss. 135- 150. Helsinki.
- IPPC Second Assessment. Climate Change 1995*. A report of the Intergovernmental panel on climate change. 63 s. Pdf-julkaisu.
- Jaakola, Ari & Mari Vaattovaara 2002: *Helsingin seudun kasvun logiikka vuosituhannen taitteessa*. Teoksessa Keskinen, Vesa, Martti Tuominen & Mari Vaattovaara 2002: Helsinki - pohjoinen metropoli: 16 ajankohtaisnäkökulmaa Helsingistä suurkaupunkina. Helsinki. 314 s.
- Juntto 2007, Anneli: *Suomalaisten asumistavoitteet ja mahdollisuudet*. Tilastokeskus. Helsinki. 153 s.
- Järvelä, Marja & Markku Wilenius 1996: *Ilmastoriski ja ympäristöpolitiikka. Suomalaiset ympäristövaikutajat ja nykyajan ongelmat*. 254 s.
- Kaarikivi-Laine 2003, Ulla: *Jätevesiasetuksen perustelumuistio 6.6.2003*. Ympäristöministeriö. Helsinki. 29 s. Pdf-julkaisu.
- Kanninen 1998, Vesa: *Kaupunki, ekologia, asuminen: mahdoton yhtälö?* Teoksessa Asukkaiden Helsinki. Asuntorakentamisen ideakilpailun satoa. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. Ss. 51- 73.
- Kansallinen ilmasto-ohjelma - ympäristöministeriön sektoriselvitys*. Ympäristöministeriö. 2000. Helsinki. 185 s.
- Kantola 2007, Jouni: *Olympiatuotetehtaat riistävät työntekijöitään*. Helsingin Sanomat 12.6.2007, B5.
- Karismo 2003, Anna: *Pohjanmaan pakkasessa viljellään EU:n pohjoisimmat tomaatit*. Helsingin Sanomat 20.1.2003, C 7.
- Kesämoikit 2003*. Tilastokeskus 2004. Helsinki. 40 s.
- Kiukas, Raini & Anne Kärkkäinen 2007: *Haja-asutuksen lieteongelma ratkaistavissa monin tavoin*. Helsingin Sanomat 13.4.2007, C7. Vieraskynäkirjoitus.
- Klaassen, L.H. & G.Scimemi 1981: *Theoretical issues in urban dynamics*. Teoksessa Klaassen, L.H., W.T.M. Molle & J.H.P. Paelinck (eds) 1981: Dynamics of urban development. Proceedings of an International Conference held on the occasion of the 50th anniversary of the Netherlands Economic Institute in Rotterdam, September 4, 1979. Ss. 8- 28.

- Knoflachner 1995, Hermann: *Kaupungin ja liikenteen harmonia. Vapaus autolla ajamisen pakosta.* Suomeksi toimittaneet Jarmo Kalanti ja Pekka Ryttilä. (Alkuteos: Zur Harmonie der Stadt und Verkehr. Freiheit vom Zwang zum Autofahren. Wien 1993.) 120 s.
- Kotavaara, Ossi, Anna Sopia Nyholm, Outi Ruokamo & Anne-Mari Rytönen 2007: Maankäytön suunnittelu ja asukastyytyväisyys viisaan kasvun näkökulmasta Oulun seudun pientaloalueilla. Oulun yliopiston maantieteen laitos. 94 s. Pdf-julkaisu.
- Korhonen, Kari T., Antti Ihalainen, Juha Heikkinen, Helena Henttonen & Juho Pitkänen 2007: *Suomen metsävarat metsäkeskuksittain 2004- 2006 ja metsävarojen kehitys 1996- 2006.* Metsätieteen aikakauskirja 2B/2007. Ss. 149- 213.
- Kytö, Hannu & Leena Aaltola 2006: *Muuttuva maallemuuttaja.* Maallemuuttajan elämäntavat ja maallemuuton mukanaan tuomat muutokset. Kuluttajatutkimuskeskuksen julkaisuja 3/2006. Helsinki. 105 s.
- Laakso, Seppo, Timo Halme, Päivi Kilpeläinen, Heikki A. Loikkanen & Mari Vaattovaara 2005: *Kirkkonummen kunnan muuttoliiketutimus.* Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen julkaisuja B52. Helsinki. 80 s. Pdf-julkaisu.
- Lahti 1992, Pekka: *Kestävä kehitys ja yhdyskuntarakenne.* Teoksessa Kaukonen, Hille (toim.) 1992: *Kestävä kehitys ja asumisen vaihtoehdot.* Seminaari 1992. Tampereen teknillisen korkeakoulun arkkitehtuurin osaston rakennussuunnittelun laitos. Julkaisu nro 2. Ss. 10- 28.
- Lahti 1996, Pekka: *Yhdyskuntarakenne ja infrastruktuuri.* Sisäasiainministeriön kaupunkien kehittämistyöryhmän julkaisu III. Helsinki. 35 s.
- Lahti 2002, Pekka: *Matala ja tiivis kaupunki.* Helsinki. 128 s.
- Lainevo, Ari & Heli Siimes 2001: *Asumisen, työn ja liikkumisen tulevaisuus.* Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2001:4. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV. Helsinki. 90 s.
- Laitinen 2007, Jussi: *Syö ja säästä ilmasto.* Helsingin Sanomat 6.6.2007, D1.
- Lammi, Minna & Päivi Timonen 2007: *Nykyihmisen luontoelämys syntyy omassa puutarhassa.* Helsingin Sanomat 11.7.2007, A2. Kuluttajatutkimuskeskuksen erikoistutkijan ja tutkimuspäällikön kirjoitus vieraskynä-sarjassa.
- Lankinen 2005, Markku: *Helsingiläisten ympäristöasenteet ja ympäristökäyttäytyminen vuonna 2005.* Helsingin kaupungin tietokeskuksen tutkimuksia 2005:5. Helsinki. 74 s.
- Lehtonen, Hilka, Jukka Hirvonen & Esko Eerola 1996: *Asumisen ja työn muuttuvat kytkennät II. Pendelöinti ja sen ohjauskeinot.* Yhdyskuntasuunnittelun täydennyskoulutuskeskuksen julkaisuja B 73. Espoo. 96 s.
- Lehtonen 2004, Lotta: *Helsingiläiset eivät halua pientalotontteja viher- ja virkistysalueille.* Uutinen Suomen Gallupin tekemän kyselyn tuloksista. Helsingin Sanomat 22.10.2004, C1.
- Leino 2007, Raili: *Kasvihuonekaasupäästöt laskivat alle Kioto-tason.* Tekniikka ja talous 16.1.2007. (www.Talentum.com > Tekniikka&Talous > Energia, ympäristö)
- Lewis, C.A. 1997: *Fuel and Energy Production Emission Factors.* MEET Project: Methodologies for estimating air pollutant emissions from transport. Pp. 65. Pdf-julkaisu.
- Liikanen 1999, Juha: *Yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon päästöjen jakaminen.* Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja 19/1999. Helsinki. 76 s.
- Liikennetilastollinen vuosikirja 2000.* Tilastokeskus. Helsinki. 206 s.
- Liikennetilastollinen vuosikirja 2004.* Tilastokeskus. Helsinki. 214 s.
- Liikennetilastollinen vuosikirja 2006.* Tilastokeskus. Helsinki. 230 s.
- Lintunen, Petri, Mika Ristimäki, Kari Oinonen 2000: *Työmatkat ja työpaikkaomavaraisuus.* LYYLI-raporttisarja 10. Helsinki. 81 s.
- Maankäyttö- ja liikenneratkaisujen merkityksestä ilmastomuutoksen torjunnassa.* Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV. Helsinki 20.6.2006. 36 s. Pdf-julkaisu.
- Maatalous- metsätieteellisen tiedekunnan opinto-opas 2003- 2004.* 423 s.

- Mannila 2005, Johanna: *Tomaatti viihtyy Suomen talvessa*. Helsingin Sanomat 2.3.2005, D1.
- Melasniemi-Uutela, Heidi 1992: *Energiankulutuksen muutos ja perhevaihe*. Helsingin yliopiston sosiaalipolitiikan laitoksen energiajulkaisuja 6/1991. 38 s.
- Melasniemi-Uutela 1993, Heidi: *Energiankäyttö omakotiasukkaiden arjessa. 1975-82 rakennetuissa omakotitaloissa asuvien neljän hengen perheiden asumisenergian kulutus ja elämäntapa*. Helsingin yliopiston sosiaalipsykologian laitoksen energiajulkaisuja 12/1993. Helsinki. 62 s.
- Melasniemi-Uutela 1994, Heidi: *Sähkönkulutuksen vaihtelu ja elinvaihe. Tutkimus kotitaloussähkön kulutuksen taustatekijöistä vuonna 1990*. LINKKI Kuluttajien käyttäytymisen ja energiansäästön tutkimusohjelma 2/ 1994. Helsinki. 42 s.
- Melasniemi-Uutela 2004, Heidi: *Suomalaisen mökkikulttuurin suunta*. Teoksessa Ahlqvist, Kirsti Ahlqvist & Rajas, Anu: Ihanne ja todellisuus. Näkökulmia kulutuksen muutokseen. Tilastokeskus. Helsinki. Ss. 145- 163.
- Mesimäki 2006, Marja: *Ympäristövastuullisen kaupunkilaisen elämäntapavalinnat*. Teoksessa Massa, Ilmo & Ahonen, Sanna (toim.): Arkielämän ympäristöpolitiikka. Ss. 87- 103. Helsinki.
- Monimuotoisen asumisen Helsinki. Helsingin asunto-ohjelma 2004- 2008*. Helsingin kaupungin talous- ja suunnittelukeskuksen julkaisuja 3/2004. 47 s.
- Moottoriajoneuvot 1999*. Tilastokeskus 2000. Helsinki. 59 s.
- Moottoriajoneuvot 2005*. Tilastokeskus 2006. Helsinki. 59 s.
- Multamäki, Milla & Taskinen, Johanna 2007: *Pysäköintipolitiikka ja pysäköinnin hinta Helsingissä, Turussa ja Tampereella*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 47/2007. Helsinki. 54 s. Pdf-julkaisu.
- Myrskylä 2004, Pekka: *Työn ja asumisen eriytyminen jatkuu*. Hyvinvointikatsaus 3/2004. Ss. 32- 37.
- Mäenpää 2004, Ilmo: *Kulutuksen ympäristökuormitus*. Erikoistyö. Oulun yliopiston Thule-instituutti. 36 s. Pdf-julkaisu.
- Mäenpää 2005, Ilmo: *Kansantalouden ainevirtatilinpito. Laskentamenetelmät ja käsitteet. Suomen ainetaseet 1999*. Helsinki. 172 s.
- Mänty 1992, Jorma: *Yhdyskuntiemme eräitä kehityspiirteitä*. Teoksessa Aura, Seppo & Pentti Siitonen (toim.) 1992: Kunta, kuntalainen ja ympäristö. Ss. 45- 54. Helsinki.
- Mäntylä 1998, Kaj: *Haja-asutusalueen houkuttavuus asuinympäristönä kasvussa*. Kuntapuntari 5/1998. Ss. 68- 73.
- Mäntylä, Kaj, Johanna Pekkanen & Timo Sneck 1998: *Haja- ja loma-asumisen uudet muodot. Tulevaisuuden näkymiä ja kehittämismahdollisuuksia*. Teknillisen korkeakoulun yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisuja B 76. Espoo. 195 s.
- Niemi 2002, Iiris: *Mökkielämää*. Teoksessa Pääkkönen, Hannu & Iiris Niemi: Suomalainen arki. Ajan- käyttö vuosituhannen vaihteessa. Helsinki. Ss. 53- 61.
- Niemi 2004, Erkki: *Helsinki - kaupunki, seutu, metropoli*. Hyvinvointikatsaus 3/2004. Ss. 14- 18.
- Nieminen 2004, Markku: *Kesämökkibarometri 2003*. Keskeisiä tuloksia postikyselyaineistosta. Tilastokeskus. 20 s. Helsinki. (Myös pdf-julkaisuna.)
- Nieminen 2007, Markku: *Mökkeilijöiden lukemattomat joukot*. Hyvinvointikatsaus 2/2007. Ss. 44- 48.
- Nivalainen 2006, Satu: *Pendelöinkö vai muutanko*. Kunnallissalan kehittämissäätiön tutkimusjulkaisuja nro 54. Helsinki. 79 s. Myös pdf-julkaisuna.
- Nousjoki 2007, Josetta: *Kiinan tehtaiden tarkastuksissa leikitään kissaa ja hiirtä & Lapsityövoiman käyttö yleistynyt Kiinassa*. Helsingin Sanomat 14.2.2007: B7.
- Nurmela 1989, Juha: *Kotitalouksien energiankulutukseen vaikuttavat tekijät*. Tilastokeskus. Helsinki 88 s.
- Nurmela 1996, Juha: *Kotitaloudet ja energia vuonna 2015*. Tutkimus kotitalouksien rakennemuutoksen vaikutuksesta energiankulutukseen. Helsingin yliopiston valtiotieteellinen tiedekunta. Väitöskirja. 285 s.

- Pahkasalo, Katariina & Marika Suoniemi 2005: *Sundsberg - yhteisöllisyyttä ja luonnonrauhaa*. Teoksessa Vaattovaara, Mari & Jani Vuolteenaho: Asumisen uudet onnelat? Tapaustutkimuksia asumismielityksistä Espoossa ja sen lähikunnissa. Raportteja Espoosta 1/2005. 65 s. Pdf-julkaisu.
- Palm 2005, Eeva: *Ympäri vuotista tomaattisatoa lisätään välivalotuksella*. Helsingin Sanomat 6.10.2005, A 13.
- Palmstierna 1971, Hans: *Riisto Nälkä Myrkyt*. (Ruotsalainen alkuteos: Plundring, Svält, förgiftning.) Hämeenlinna. 176 s.
- Partti 2007, Minna: *Koiranjätöksiä ei oteta kompostoitavaksi*. Helsingin Sanomat 24.7.2007, C3. YTV Jätehuollon ympäristöasiantuntijan vastine Jari Peltorannan mielipidekirjoitukseen 18.7.2007.
- Pastinen 1999, Virpi: *Henkilöliikennetutkimus 1998- 1999*. Liikenneministeriön julkaisuja 43/99. Helsinki. 128 s.
- Pastinen, Virpi, Hannu Lehto, Raimo Valtanen & Arja Salmi 2006: *Sukkulointi pääkaupunkiseudun työssäkäyntialueella*. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja PJS B 2006:3. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV. Helsinki. 65 s. Pdf-julkaisu.
- Pekkanen 1996, Johanna: *Kaavoihin kangistumattomat. Aukkaiden haastattelututkimus haja-asumisen eduista ja haitoista*. Yhdyskuntasuunnittelun täydennyskoulutuskeskuksen julkaisuja A/25. Teknillisen Korkeakoulun liseniaatintyö. 177 s.
- Pekkanen, Johanna, Olli Majjala, Esa Piispanen & Hilka Lehtonen 1997. *Maaseudun kilpailukykyisyys asuin ympäristönä esimerkkinä. Esimerkkinä Hämeenlinnan seutu*. Teknillisen korkeakoulun Yhdyskuntasuunnittelun täydennyskoulutuskeskuksen julkaisuja B 74. Espoo. 204 s.
- Pitkänen, Kati & Ruut Kokki 2005: *Mennäänkö mökille. Näkökulmia pääkaupunkiseutulaisten vapaa-ajan asumiseen Järvi-Suomessa*. Savonlinnan koulutus- ja kehittämiskeskuksen julkaisuja nro 11. 212 s.
- Pitkäranta 1992, Harri: *A hard road from urban ecology to policy implication*. Seminar report. Seventh Conference on Urban and Regional Research. Ankara (Turkey) 29 June- 3 July 1992. United Nations Economic commission for Europe. 15 pages.
- PKS 2025 Pääkaupunkiseudun tulevaisuuskuva. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja A 2003:3. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta. Helsinki. 50 s. Pdf-julkaisu.
- PLJ 2007 Liikennejärjestelmäsuunnitelma. Ehdotus 26.2.2007. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta. Helsinki. 38 s.
- Puhdasta energian säästöä*. Energiansäästön palvelukeskus Motiva. Espoo. 19 s. Esite. (Ei tietoa julkaisuvuodesta.)
- Pyykkönen 2006, Anna-Leena: *Helsingin seudun rakentaminen EU:n mukaan liian hajanaista*. Helsingin Sanomat 27.12.2006, A5. Suomen ympäristökeskuksen vanhemman tutkijan Mika Ristimäen haastattelu.
- Pyykkönen 2007a, Anna-Leena: *Jätevedellä aletaan lämmittää taloja*. Helsingin Sanomat 11.1.2007, A 15.
- Pyykkönen 2007b, Anna-Leena: *Helsingin kaupunginvaltuutetut haluavat madaltaa kivihiilikasojä*. Helsingin Sanomat 26.3.2007, A 10.
- Pyykkönen 2007c, Anna-Leena: *Yli puolet helsinkiläisistä kannattaa suurhakevoimalaa*. Helsingin Sanomat 13.8.2007, A 8.
- Päivänen 1998, Jani: *Teho-Helsinki eilen ja huomenna*. Teoksessa Aukkaiden Helsinki. Asuntorakentamisen ideakilpailun satoa. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. Ss. 75- 106.
- Päivänen 2000, Jani: *Elämää ei-kaupungissa*. Teoksessa Kyttä, Marketta, Ari Lainevo & Jani Päivänen 2000: Turvallisen matkan päässä kaupungista: Lahden seudun pientaloalueet suunnitelmassa ja asuinpaikkoina. Teknillisen korkeakoulun yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisuja B 79. Ss. 101- 120. Espoo.

- Rajanti 2002, Taina: *Helsingin autojärjestelmä - juurtunut teknologia*. Teoksessa Kaupunkiliikenteen ekososiaaliset ulottuvuudet. Järvelä, Marja, Katinka Lübeck ja Marika Jokinen (toim.). Jyväskylän yliopiston yhteiskuntatieteiden laitos. Ss. 28- 48.
- Rakennukset, asunnot ja asuinolot 2003*. Tilastokeskus. Helsinki. 185 s.
- Raskaan polltoöljyn ekotasetiedote 1.3.2002*. Neste Oyj. Saatu Neste Oyj:n tutkijalta Kalevi Lehtoselta sähköpostilla 27.11.2006.
- Ratvio 2005, Rami: *Elämää metropolin reunoilla. Sundsberg ja Landbo hajautuvassa kaupunkirakenteessa*. Teoksessa Vaattovaara, Mari & Jani Vuolteenaho: Asumisen uudet onnelat? Tapaustutkimuksia asumismielityksistä Espoossa ja sen lähikunnissa. Raportteja Espoosta 1/2005. Ss. 47- 52. Pdf-julkaisu.
- Reformuloidun bensiinin ekotasetiedote 1.3.2002*. Neste Oyj. Saatu Neste Oyj:n tutkijalta Kalevi Lehtoselta sähköpostilla 4.11.2006.
- Ristimäki, Mika & Ville Helminen 2007: *Tuusula, Nurmijärvi ja Mäntsälä hajarakentavat*. Helsingin Sanomat 13.3.2007, D2.
- Ristisuo 2005, Hanna: *Helsingin seudun alueellinen erilaistuminen*. Suunnittelumaantieteen pro gradu -opinnäytetyö. Helsingin yliopisto. 82 s.
- Rouhiainen 1993, Virve: *Yksikköominaisuuskulutuksen estimointi otoksesta. Mittauksiin perustuvan otoskeskiarvon ja lineaarisen mallin käytön vertailu*. Tilastotieteen pro gradu -opinnäytetyö. Helsingin yliopisto. 76 s.
- Saari 2002, Arto: *Rakennusosien valinta elinkaaren materiaalitehokkuuden perusteella. Esimerkkinä ulkoseinäarakenteet*. Teoksessa Heino, Erja (toim.): Ekotehokkuus rakennusallalla. Suomen luonnonsuojeluliitto. Helsinki. 64 s.
- Saari 2003, Mikko: *Rakennusten energiankulutus voidaan puolittaa*. Teoksessa Savolainen, Ilkka, mikael Ohlström & Anne Kärkkäinen (toim.) 2003: Ilmasto. Haaste teknologialle. Helsinki. Ss. 75- 100.
- Sausen, Robert, Ivar Isaksen, Volker Grewe, Didier Hauglustaine, David S. Lee, Gunnar Myhre, Marcus O. Köhler, Giovanni Pitari, Ulrich Schumann, Frode Stordal & Christos Zerefos 2005: *Aviation radiative forcing in 2000: An update on IPCC (1999)*. Meteorologische Zeitschrift, Volume 14, Number 4, August 2005, pp. 555-561(7). Myös pdf-julkaisuna.
- Schulman, Harry, Jukka Hirvonen, Esko Hurme & Hilikka Lehtonen 1995: *Asumisen ja työn muuttuvat kytkennät. Pääkaupunkiseudun pendelialue ja ulkomaisia kokemuksia*. Teknillisen korkeakoulun yhdyskuntasuunnittelun täydennyskeskuksen julkaisuja B 71. Espoo. 111 s.
- Seppälä, Jyri & Mäenpää, Ilmo 2006: *Suomen kansantalouden materiaalivirrat ja niiden ympäristövaikutukset*. Ympäristö ja Terveys -lehti 6:2006, ss. 58- 61. Myös pdf-julkaisuna.
- Siikavirta, Anne & Tiina Koljonen 2003: *Hiilidioksidia voidaan erottaa ja varastoida*. Teoksessa Savolainen, Ilkka, Mikael Ohlström & Anne Kärkkäinen (toim.) 2003: Ilmasto. Haaste teknologialle. Helsinki. Ss. 139- 146.
- Sillanpää 2007a, Sami: *Kiina ratkaisee ilmastonmuutoksen suunnan*. Helsingin Sanomat 21.1.2007, B3.
- Sillanpää 2007b, Sami: *Kiina vähätteli vastuutaan ilmastonmuutoksesta*. Helsingin Sanomat 7.2.2007, B3.
- Sipilä, Kai, Elina Lohiniva, Tuula Mäkinen, Sami Tuhkanen, Tarja Turkulainen, Jouko Petäjä: *Jätehuollon kasvihuonekaasujen päästöjen hallinta edullista*. Teoksessa Savolainen, Ilkka, Mikael Ohlström & Anne Kärkkäinen (toim.) 2003: Ilmasto. Haaste teknologialle. Helsinki. Ss. 147- 158.
- Sjöblom 2007, Lotta: *Vapaa-ajan asunnon omistajilla on paljon muutakin varallisuutta*. Hyvinvointikatsaus 2/2007. Ss. 48- 50.
- Soininvaara 2005, Osmo: *Mistä rahat Vantaan kasvuun?* Suomen Kuvalehti 50:2005, s. 84.

- Suomalaisten matkailu 1999*. Tilastokeskus 2000. Helsinki. 76 s.
- Suomalaisten matkailu 2005*. Tilastokeskus 2006. Helsinki. 69 s.
- Suomen kielen perussanakirja*. Kotimaisten kielten tutkimuskeskuksen julkaisuja 55. 1994. Helsinki.
- Suomi, Ulla, Janne Hietaniemi & Matti Hellgrén 2004: *Yksittäisen kohteen CO₂-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂-päästökertoimet*. Motiva Oy. Helsinki. 15 s. Pdf-julkaisu.
- SuomiCD 2006: *Alueella työssäkäyvien työmatkat*. Summataulukko. Tilastokeskus. Helsinki. Cd-levy.
- Suvanto, Pertti & Laura Heikkinen: *Mustaa kultaa*. Neste Oil oy:n sidosryhmälehti Refine. 1/2005. Ss. 6- 13.
- Tehtaalla koko elämä. Vuokratyöläisten olot Nokian ja sen alihankkijoiden tehtailla Etelä-Kiinassa*. ICO, FinnWatch ja Kansalaisjärjestöjen ventiluottokampanja 2005. Helsinki. 46 s.
- Tienari 2001, Satu: *koettu terveys erilaisilla asuinalueilla - asukkaiden näkökulmia ympäristöterveyteen*. Teoksessa Melukylä vai mansikkapaikka? Asukkaiden ja asiantuntijoiden näkemyksiä asuinalueiden terveellisyydestä. Suomen ympäristö 467. Ss. 29- 70. Helsinki.
- Tuorila 2006, Helena: *"Täällä maalla on hyvä asua". Kokemukset maaseudusta uutena asuinympäristönä*. Kuluttajatutkimuskeskuksen julkaisuja 4/2006. Helsinki. 52 s.
- Tynys-Saarehlo 2002, Pia: *Vapaa-ajan asuminen Uudellamaalla*. Uudenmaan liiton julkaisuja E 71/ 2001. Helsinki. 53 s.
- Urban sprawl in Europe. The ignored challenge*. EEA Report No 10/2006. European Environment Agency. Copenhagen. Pp. 60. Pdf-julkaisu.
- Vaattovaara, Mari & Pekka Vuori 2002: *Väestörakenteen ja alueellisen eriytymisen vaikutus Helsingin väestöpohjaan*. Helsingin kaupungin tietokeskuksen tutkimuskatsauksia 2002/1. Helsinki. 33 s.
- Vanhanen 2004, Tero: *Tarvitaan liikenneympäristön uudistus*. Helsingin Sanomat 26.3.2004, A5. Arkkitehti Tero Vanhasen mielipidekirjoitus.
- Varjonen, Johanna & Viinisalo, Mirja 2004: *Ruokatottumusten muutos - ostetaanko rahalla vaivattomuutta vai kestävää kehitystä?* Teoksessa Ahlqvist, Kirsti & Rajas, Anu: Ihanne ja todellisuus. Näkökulmia kulutuksen muutokseen. Tilastokeskus. Helsinki. Ss. 25- 62.
- Vartianen 1989, Perttu: *Yhteiskunnan muutos ja yhdyskuntarakenne*. Joensuun yliopiston kulttuuri- ja suunnittelumaantieteen laitoksen tiedonantoja 13/1989. 111 s.
- Vartiainen 1991, Perttu: *Seutuistuminen yhdyskuntasuunnittelun haasteena*. Terra, Suomen Maantieteellisen seuran aikakauskirja. Vol 103. No 2/1991. Ss. 75- 86.
- Vilhelmson 1990, Bertil: *Vår dagliga rörlighet. Om resandets utveckling, fördelning och granser*. Choros 1990:3. Gothenburg University (Göteborgs Universitet). School of Economics and Commercial Law. Department of Human and Economic Geography. 70 s.
- Virtanen 1991, Markku: *Pientalojen energiankulutus. Suora sähkölämmitys*. VTT:n tiedotteita 1246. Espoo. 42 s.
- VR Ympäristöraportti 2003*. 44 s. Pdf-julkaisu.
- Vuosikertomus 1999*. Fortum Oy. 84 s.
- Wennerström 2007, Päivi: *Kansalaisten käsitykset ilmastonmuutoksesta*. Taloustutkimus Oy. Pdf-julkaisu. 23 s.
- Working group III contribution to the Intergovernmental panel on climate change. Fourth assesment report. *Climate Change 2007: Mitigation of climate change*. Summary for policymakers. Intergovernmental panel on climate change. 35. s. Pdf-julkaisu.
- Yksi tavallinen viikko vain*. Energiansäästön palvelukeskus Motiva. Esite 6013. (Ei tietoa julkaisuvuodesta.)
- Ympäristöraportti 2005*. Helsingin kaupungin liikennelaitos HKL. D5:2006. 29 s. Pdf-julkaisu.

INTERNET

Aluesarjat-tilastotietokanta:

[www.aluesarjat](http://www.aluesarjat.fi) > Helsinki Espoo ja Vantaa osa-alueittain > Asuntokanta > *H2. Helsingin asuntokanta talotyypin, hallintaperusteen ja käytössäolotilanteen mukaan alkaen 31.12.2002*

Energiateollisuus ry:

www.energia.fi > Ympäristötilastoja > Ympäristötilastoja > *Muuntokertoimet*

www.energia.fi > Ympäristötilastoja > Ympäristötilastoja > *Sähkön tuotannon ominaispäästöt ilman eri Euroopan maissa*

Helsingin Energia:

www.helsinginenergia.fi > Sähkö > Kotitaloudet > *Arvioi kulutuksesi (Kulutuslaskuri)*

www.helsinginenergia.fi > Sähkö > Sähkön alkuperä > *Sähkön ja lämmön yhteistuotannon höydyt*

KlimaAktiv-sivusto:

www.klima-aktiv.com > Werden Sie KlimaAktiv! > KlimaAktiv sein - was bedeutet das? > *Wie sieht die CO₂-Emissionsbilanz einer typischen Familie aus?*

Rakentaja.fi-sivusto:

www.rakentaja.fi > Lämmitys > Lämmitysjärjestelmät > Öljylämmitys > *Yleistä tietoa öljylämmityskattiloista*

Suomen luonnonsuojeluliitto:

www.sll.fi > Luonto ja ympäristö > Kestävän elämäntavan edistäminen > Ekotehokkuustietopankki > *Hehkulamppu vai energiansäästölamppu?*

Tilastokeskus:

www.tilastokeskus.fi > Tilastot > Tilastot aiheittain > Ympäristö ja luonnonvarat > Kasvihuonekaasut > 2005 > *Taulukko 3. Metaanipäästöt 1990, 1995- 2005 päästöluokittain.*

www.tilastokeskus.fi > Tilastot > Tilastot aiheittain > Väestö > Työssäkäynti > Taulukot > *Työllinen työvoima ammatin ja sukupuolen mukaan 31.12.2004*

www.tilastokeskus.fi > Tilastot > Tilastot aiheittain > Väestö > Väestörakenne > Taulukot > *Väestörakennetaulukot*

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus VTT:

www.lipasto.vtt.fi > Yksikköpäästösivut > Henkilöliikenne > *Tieliikenne (LIPASTO-laskentamalli)*

Wikipedia-verkkotietosanakirja:

Hiilidioksidi-artikkeli 10.8.2007

Sähkömoottori-artikkeli 18.5.2007

Ympäristöhallinto:

www.ymparisto.fi > Maankäyttö ja rakentaminen > Elinympäristö ja yhdyskunnat > *Eheytyvä yhdyskuntarakenne*

JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET

Julkaisemattomat tilastot ja kulutusseurantataulukot:

Asuntokunnat 2004. Erillisissä pientaloissa asuvat asuntokunnat keskikoon mukaan 31.12.2004. Tilastokeskuksen julkaisematon tilasto. Saatu yliaktuaari Elina Aspblad-Huohvanaiselta 11.7.2006.

Helsingin asuinkerrostalot 31.12.2005. Excel-tilukko. Saatu yliaktuaari Pekka Vuorelta Helsingin kaupungin tietokeskuksen tilasto- ja tietopalveluyksiköstä 2.6.2006.

Kaukolämmön myynti asuinkiinteistöille vuonna 2002- 2003. Excel-tilukko. Saatu Kauko Pulliaiselta 22.5.2006.

Luonnollisten henkilöiden luku, tulot, varat, vähennykset ja verot iän ja sukupuolen mukaan, 2002.

Tilastokeskuksen tilasto. Saatu yliaktuaari Timo Matalalta 21.9.2007.

Myönnetyt rakennusluvut lämmönlähteen ja lämmitystavan mukaan vuonna 2005. Taulukko 103U.

Saatu postitse aktuaari Paula Salmiselta 8.12.2006.

Omakotitalon keskimääräisiä energiankulutuksia, 925 talon kaukolämmön vuosien 1995- 2004 keskiarvo. Excel-tilukko. Saatu Kuopion Energian markkinointiteknikko Heikki Vihoselta 8.11.2005.

Sähkön käyttö Helsingissä vuonna 2003. Excel-tilukko. Saatu Helsingin Energian erikoistutkijalta Kalevi Havukaiselta 9.6.2006.

Sähköposti- ja puhelinhaastattelut:

Ahola 2006: ympäristöasiantuntija Mika Ahola, Suur-Savon Sähkö Oy, sähköpostiviesti 3.11.2006

Broberg 2007: tutkija Anna Broberg, Teknillisen korkeakoulun yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskus, sähköpostiviesti 11.7.2007

Huuska 2007: ympäristösuunnittelija Petteri Huuska, Helsingin kaupungin ympäristökeskus, sähköpostiviesti 19.3.2007

Hyytiä 2007: asiantuntija Hille Hyytiä, Motiva Oy, sähköpostiviesti 15.2.2007

Kokkarinen 2007: toimintaympäristön asiantuntija Veijo Kokkarinen, Tiehallinnon asiantuntijapalvelut, sähköpostiviesti 23.2.2007.

Laurikko 2007: asiakaspäällikkö Juhani Laurikko, VTT, sähköpostiviesti 9.3.2007

Lukkarinen 2007: Arkkitehti Leena Lukkarinen, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, sähköpostiviesti 30.3.2007

Miettinen 2007: kaavaesittelijä Ulla Miettinen, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, puhelinhaastattelu 13.7.2007

Mikkela 2007: ostopäällikkö Petri Mikkela, Ruokakesko Oy, puhelinhaastattelu 1.8.2007

Munter 2007: tutkija Arja Munter, Espoon kaupunki, sähköpostiviesti 13.3.2007

Pallonen 2006: koekäyttöinsinööri Janne Pallonen, Finnair, sähköpostiviesti 11.1.2006

Pullainen 2006: tekninen asiantuntija Kauko Pullainen, Helsingin Energia, sähköpostiviesti 22.6.2006

Ristimäki 2007: vanhempi suunnittelija Mika Ristimäki, Suomen ympäristökeskus, puhelinhaastattelu 18.4.2007

Roiha 2007: tuotepäällikkö Jarmo Roiha, Helsingin Energia, sähköpostiviestit 12.12.2006 ja 11.1.2007.

Rytkönen 2006: aluejohtaja Tommi Rytkönen, Kiinteistömaailma, puhelinhaastattelu 28.7.2006

Rönn 2007: tilastosihteeri Sirpa Rönn, Vantaan kaupungin tilasto- ja tutkimusyksikkö, sähköpostiviesti 20.2.2007

Savolainen 2006: tilastosuunnittelija Terho Savolainen, Energiateollisuus ry, sähköpostiviesti 7.9.2006

Tiilikainen 2007: kaavoitussihteeri Benita Tiilikainen, Kirkkonummen kunta, sähköpostiviesti 22.3.2007

Öhman & Björkendahl 2006: sihteeri Birgitta Öhman ja tekninen tarkastaja Mats Björkendahl, Silja Line, puhelinhaastattelu 18.12.2006